

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 9 月 2 2 日

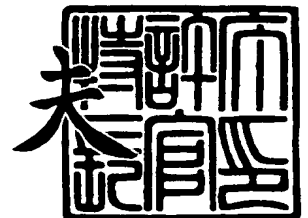
出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 3 3 0 2 4 7  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 3 3 0 2 4 7 ]

出 願 人  
Applicant(s): 三 菱 電 機 株 式 会 社

2 0 0 3 年 1 0 月 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 3 4 3 8

【書類名】 特許願  
【整理番号】 545463JP01  
【提出日】 平成15年 9月22日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F02P 3/14  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内  
    【氏名】 成瀬 祐介  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区九段北一丁目 1 3 番 5 号 三菱電機エンジニアリ  
    ング株式会社内  
    【氏名】 野辺 久典  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000006013  
    【氏名又は名称】 三菱電機株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100073759  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 大岩 増雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100093562  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 児玉 俊英  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100088199  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 竹中 岑生  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100094916  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 村上 啓吾  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 035264  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

一次コイルと二次コイルを有する点火コイル、および点火信号電圧に基づき前記点火コイルの一次コイルの電流を遮断し前記点火コイルの二次コイルに点火用高電圧を発生させるスイッチング回路を備えた内燃機関点火装置であって、

前記点火信号電圧は、立上がり部分と立下り部分を含んだパルス状電圧であり、

前記スイッチング回路は、電源端子を持たず、前記点火コイルの一次コイルに接続される出力端子と、前記点火信号電圧を受ける入力端子と、基準電位端子とを持って構成されており、

前記スイッチング回路は、前記出力端子と基準電位端子との間に接続されオン状態で前記点火コイルの一次コイルに電流を流し、オフ状態になったときに前記一次コイルの電流を遮断するスイッチング素子と、このスイッチング素子に対する駆動抵抗と、前記入力端子と基準電位端子との間に接続され前記駆動抵抗へ駆動電流を供給する電流供給回路と、前記電流供給回路から前記駆動抵抗への駆動電流を制御し前記駆動電流の供給開始に基づいて前記スイッチング素子をオン状態とした前記駆動電流の供給遮断に基づいて前記スイッチング素子をオフ状態とする波形整形回路とを有し、

前記波形整形回路は、前記点火信号電圧に基づき比較信号を発生する比較信号発生回路と、前記点火信号電圧に基づき基準信号を発生する基準信号回路とを有し、前記点火信号電圧の立上がり部分において、前記比較信号が前記基準信号より大きくなったときに前記電流供給回路から前記駆動抵抗への駆動電流の供給を開始させ、また前記点火信号電圧の立下り部分において、前記比較信号が前記基準信号より小さくなったときに前記駆動電流を遮断させることを特徴とする内燃機関点火装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の内燃機関点火装置であって、前記スイッチング回路は、前記入力端子に接続された点火信号ラインと、前記基準電位端子に接続された基準電位ラインを有し、前記電流供給回路と波形整形回路はともに前記点火信号ラインと前記基準電位ラインとの間に接続されていることを特徴とする内燃機関点火装置。

**【請求項 3】**

請求項 2 記載の内燃機関点火装置であって、前記電流供給回路は前記駆動電流を供給する出力トランジスタと、この出力トランジスタをオン、オフ制御する制御トランジスタを有し、前記波形整形回路は前記比較信号と基準信号を比較するコンパレータを有し、このコンパレータの出力に基づいて、前記制御トランジスタを制御し、前記駆動電流を制御することを特徴とする内燃機関点火装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 記載の内燃機関点火装置であって、前記波形整形回路が、さらに前記コンパレータの出力に応動するレベルアップ回路を有し、このレベルアップ回路は前記点火信号電圧の立上がり部分において、前記駆動電流の供給が開始されるときに、前記比較信号のレベルをさらにアップさせることを特徴とする内燃機関点火装置。

**【請求項 5】**

請求項 2 記載の内燃機関点火回路であって、前記電流供給回路は、さらに前記点火信号ラインと基準電位ラインとの間に接続された前記定電流回路を有し、この定電流回路は前記点火信号電圧に基づいて定電流を発生し、前記電流供給回路から前記駆動抵抗へ供給される駆動電流を定電流化することを特徴とする内燃機関点火装置。

**【請求項 6】**

請求項 5 記載の内燃機関点火装置であって、前記定電流回路は定電流を発生する定電流トランジスタを有し、この定電流トランジスタは前記電流供給回路の出力トランジスタを定電流駆動するように、前記出力トランジスタに接続されたことを特徴とする内燃機関点火装置。

**【請求項 7】**

請求項 2 記載の内燃機関点火装置であって、前記スイッチング回路が、さらに前記スイ

スイッチング素子の通電電流を制限する電流制限回路を有することを特徴とする内燃機関点火装置。

【請求項 8】

請求項 7 記載の内燃機関点火装置であって、前記電流制限回路が、前記スイッチング素子の通電電流を検出する通電電流検出回路を有し、前記通電電流の増大に応じて前記電流供給回路から前記駆動抵抗への駆動電流を低減して、前記スイッチング素子の通電電流を低減することを特徴とする内燃機関点火装置。

【請求項 9】

請求項 8 記載の内燃機関点火装置であって、前記スイッチング素子が IGBT であり、このスイッチング素子がエミッタと、補助エミッタを有し、前記通電電流検出回路が前記補助エミッタに接続されることを特徴とする内燃機関点火装置。

【請求項 10】

請求項 8 記載の内燃機関点火装置であって、前記スイッチング素子がセンス IGBT を有する IGBT であり、前記通電電流検出回路が前記センス IGBT に接続されることを特徴とする内燃機関点火装置。

【請求項 11】

請求項 7 記載の内燃機関点火装置であって、前記電流制限回路が、前記出力端子の出力電圧を検出する出力電圧検出回路を有し、この出力電圧検出回路の検出電圧に応じて前記スイッチング素子に対する電流制限特性を変更することを特徴とする内燃機関点火装置。

【請求項 12】

請求項 11 記載の内燃機関点火装置であって、前記出力電圧検出回路が、前記出力電圧の増大に伴って前記検出電圧を段階的に変化させる電圧変化手段を含み、前記スイッチング素子に対する電流制限特性を段階的に変更することを特徴とする内燃機関点火装置。

【請求項 13】

請求項 12 記載の内燃機関点火装置であって、前記電流制限特性に屈曲点を設け、この屈曲点よりも低い側における前記出力電圧の領域では、その屈曲点よりも高い側における前記出力電圧の領域に比べて、前記出力電圧に対する前記スイッチング素子の通電電流の傾きを小さくしたことを特徴とする内燃機関点火装置。

【請求項 14】

請求項 11 記載の内燃機関点火装置であって、前記スイッチング素子が IGBT であり、この IGBT 内に構成されるラッチアップトランジスタに前記出力電圧検出回路が接続されていることを特徴とする内燃機関点火装置。

【請求項 15】

請求項 2 記載の内燃機関点火装置であって、前記スイッチング回路が、前記出力端子の出力電圧を検出する出力電圧検出回路を有し、前記出力電圧が増大したときに前記スイッチング素子の通電電流を低減または遮断することを特徴とする内燃機関点火装置。

【請求項 16】

請求項 2 記載の内燃機関点火装置であって、前記スイッチング回路が、過通電保護回路を有し、この過通電保護回路により、前記スイッチング素子の通電時間が所定時間以上長くなったときに、前記スイッチング素子をオフさせることを特徴とする内燃機関点火装置。

【請求項 17】

請求項 2 記載の内燃機関点火装置であって、前記スイッチング回路が、前記スイッチング素子の通電電流を制限する電流制限回路と、前記出力端子の電圧を検出してその出力端子の電圧が増大したときに前記スイッチング素子を電流を低減する電圧保護検出回路と、前記スイッチング素子の通電時間が所定時間以上に長くなったときに前記スイッチング素子をオフさせる過通電保護回路を有することを特徴とする内燃機関点火装置。

【請求項 18】

請求項 17 記載の内燃機関点火装置であって、前記電流制限回路、前記電圧保護検出回路、および前記過通電保護回路が、前記電流供給回路、前記波形整形回路とともに、共通

の半導体基板上に集積されたことを特徴とする内燃機関点火装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】内燃機関点火装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば自動車に搭載される内燃機関点火装置に関するもので、詳しくは点火コイルの一次コイルの電流をスイッチング素子により遮断することにより、点火コイルの二次コイルに点火用高電圧を発生する内燃機関点火装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の内燃機関点火装置では、点火コイルの一次コイルに接続されたスイッチング素子を開閉するスイッチング回路として、バッテリーに接続された電源端子と、点火コイルの一次コイルに接続された出力端子と、点火信号電圧が供給される入力端子と、基準電位端子とを持つものが多く用いられている。この電源端子、出力端子、入力端子、基準電位端子の4つの端子を持った内燃機関点火装置は、電源端子と基準電位端子との間に点火制御回路を接続することにより、点火制御回路には電源端子を経由してバッテリーからの安定した電圧を与え、点火制御回路を安定して動作させることができる。しかし、電源端子を含む4つの端子を有するため、その端子構造が複雑となる。

【0003】

端子構造を単純化した従来の内燃機関点火装置が、例えば特許第2749714号公報に示されている。この内燃機関点火装置は、電源端子を持たず、点火コイルの一次コイルに接続された出力端子と、点火信号電圧が供給される入力端子と、基準電位端子の3つの端子を持って構成されており、端子構造を単純化できる。

【0004】

【特許文献1】特許2749714号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、この種の電源端子を持たない内燃機関点火装置では、点火コイルの一次コイルに接続されるスイッチング素子が、入力端子に供給される点火信号電圧によって直接的に駆動されるので、この点火信号電圧の基準電位レベルの変動がスイッチング素子がオン、オフされるタイミングを狂わせ、点火特性を悪化させる不都合がある。

【0006】

点火信号電圧は、例えばECUと呼ばれる内燃機関制御用電子回路などにより生成される。この点火信号電圧が点火装置のスイッチング回路の入力端子に供給される。ここで、ECUの基準電位端子が第1の抵抗を介して共通電位点に接続され、点火装置の基準電位端子が第2の抵抗を介して、前記共通電位点に接続されているケースを想定する。このケースにおいて、ECUは点火信号電圧の発生だけでなく、他の信号処理にも利用されるものであり、第1の抵抗に電流が流れている状態で点火信号電圧が生成される場合には、第1の抵抗の両端に発生するベース電圧が点火信号電圧に加算された形で、点火信号電圧が点火装置の入力端子に供給される。

【0007】

この点火信号電圧に含まれるベース電圧のレベルは、ECUなどの電流に応じて変動するので、結果として、点火信号電圧に対して、ベース電圧に応じたレベル変動を与える。点火装置は、例えば点火信号電圧の立上がり部分において、そのレベルが所定値に以上になった通電タイミングで、スイッチング素子をオン状態とし、またその点火信号電圧の立下り部分において、そのレベルが所定値以下になった点火タイミングで、スイッチング素子をオフ状態とするが、点火信号電圧に含まれるベース電圧の変動はこれらのタイミングを狂わし、点火装置の点火特性を悪化させる。

【0008】

通電タイミングの変動は、例えば点火コイルの一次コイルに対する通電時間を変動させ

、点火エネルギーを変動させる。また点火タイミングの変動は、エンジンに対する点火時期を変動させ、内燃機関の出力を低下させる。最悪の場合には、点火信号電圧のレベルの上昇に起因し、点火信号電圧の立下がり部分において、スイッチング素子をオフさせることが不可能となり、失火をもたらすことにもなる。

#### 【0009】

この発明は、電源端子を持たず、出力端子と、入力端子と、基準電位端子を持ったスイッチング回路において、点火信号電圧の基準電位レベル変動によっても点火特性が悪化しないように改良された内燃機関点火装置を提案するものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

この発明による内燃機関点火装置は、一次コイルと二次コイルを有する点火コイル、および点火信号電圧に基づき前記点火コイルの一次コイルの電流を遮断し前記点火コイルの二次コイルに点火用高電圧を発生させるスイッチング回路を備えた内燃機関点火装置である。この発明において用いられる点火信号電圧は、立上がり部分と立下り部分を含んだパルス状電圧であり、またスイッチング回路は、電源端子を持たず、前記点火コイルの一次コイルに接続される出力端子と、前記点火信号を受ける入力端子と、基準電位端子とを持って構成される。このスイッチング回路は、出力端子と基準電位端子との間に接続されオン状態で点火コイルの一次コイルに電流を流し、オフ状態になったときに一次コイルの電流を遮断するスイッチング素子と、このスイッチング素子に対する駆動抵抗と、入力端子と基準電位端子との間に接続され前記駆動抵抗に電流を供給する電流供給回路と、前記電流供給回路から駆動抵抗への駆動電流を制御し、この駆動電流の供給の開始に基づいて前記スイッチング素子をオン状態とし、また駆動電流の遮断に基づいて前記スイッチング素子をオフ状態とする波形成回路を有する。

波形整形回路は、前記点火信号電圧に基づき比較信号を発生する比較信号発生回路と、点火信号電圧に基づき基準信号を発生する基準信号回路とを有し、前記点火信号電圧の立上がり部分において、前記比較信号が基準信号より大きくなったときに前記電流供給回路から駆動抵抗への駆動電流の供給を開始させ、また前記点火信号電圧の立下り部分において、前記比較信号が基準信号より小さくなったときに前記駆動電流を遮断する。

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

この発明による内燃機関点火装置では、スイッチング回路が電源端子を持たずに、出力端子と、入力端子と、基準電位端子の3つの端子を持ち、端子構造が簡単化することができる。加えて、電流供給回路が波形整形回路を含み、この波形整形回路が、点火信号電圧に基づき比較信号を発生する比較信号発生回路と、点火信号電圧に基づき基準信号を発生する基準信号回路とを有し、前記点火信号電圧の立上がり部分において、前記比較信号が基準信号より大きくなったときに前記電流供給回路から駆動抵抗への駆動電流の供給を開始させ、また前記点火信号電圧の立下り部分において、前記比較信号が基準信号より小さくなったときに前記駆動電流を遮断するので、点火信号電圧の基準電位レベルが変動してもスイッチング素子をより正確なタイミングで、確実にオン、オフすることができ、点火特性の悪化を回避できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

以下この発明のいくつかの実施の形態について、図面を参照して説明する。

#### 【0013】

#### 実施の形態1.

図1はこの発明による内燃機関点火装置の実施の形態1を示す。図2、図3は実施の形態1の動作説明用の特性図である。

この実施の形態1の内燃機関点火装置は、自動車に搭載された内燃機関に対する点火装置であって、点火コイル1と、点火駆動回路5と、スイッチング回路10を含んでいる。点火コイル1は一次コイル2と二次コイル3を有し、車載バッテリーなどの電源端子VBに

接続されている。車載バッテリーは例えば12ボルトであり、電源端子VBは例えば12ボルトである。二次コイル3には、スパークプラグ4が接続される。このスパークプラグ4は、内燃機関の燃焼室に配置され、燃焼室内に供給されるガソリンなどの燃料に点火して、燃焼させる。

#### 【0014】

点火駆動回路5は、自動車に搭載される電子制御装置(ECU)に含まれる。この電子制御装置はマイクロプロセッサ、メモリ、入出力回路などを内蔵し、自動車の各種電気負荷を集中的に制御するものである。点火駆動回路5は、例えばPNP形駆動トランジスタ6を含み、この駆動トランジスタ6はバイポーラトランジスタであり、そのエミッタは電源端子VBもしくはECUの内部電源に接続され、またそのコレクタは抵抗7を介して点火信号端子5aに接続されている。駆動トランジスタ6のベースは、電子制御装置(ECU)によって制御され、点火信号端子5aに点火信号電圧Viを発生する。この点火信号電圧Viは例えば、パルス形状波形を持った信号電圧である。

#### 【0015】

スイッチング回路10は、3つの端子、すなわち出力端子10aと、入力端子10bと、基準電位端子10cを持って構成される。出力端子10aは点火コイル1の一次コイル2に直接接続され、入力端子10bは点火駆動回路5の点火信号端子5aに直接接続される。また基準電位端子10cは、自動車の車体などの共通電位点GNDに直接接続される。この共通電位点GNDは通常アースと呼ばれ、この共通電位点GNDには、自動車に搭載される各種の電気機器、例えば電子制御装置(ECU)の基準電位端子も共通に接続される。スイッチング回路10は、バッテリーなどの電源端子VBに接続される電源端子を持っておらず、このスイッチング回路10の端子構造は、上に述べた3つの端子、すなわち、出力端子10aと、入力端子10bと、基準電位端子10cで構成される。この3つの端子からなる端子構造は、電源端子を含まないため、簡単化される。

#### 【0016】

スイッチング回路10の内部構成について説明する。このスイッチング回路10は、点火信号ライン11と、基準電位ライン12と、スイッチング素子20と、このスイッチング素子20に対する駆動抵抗20Rと、電流供給回路30と、定電流回路40と、波形整形回路50とを含んでいる。

点火信号ライン11は入力抵抗13、14の接続点に接続され、基準電位ライン12は基準電位端子10cに接続される。入力抵抗13、14は入力端子10bと基準電位ライン12との間に互いに直列に接続され、点火信号端子5aに出力される点火信号電圧Viを分圧して、分圧された点火信号電圧Vioを点火信号ライン11に出力する。

#### 【0017】

スイッチング素子20は点火コイル1の一次コイル2に対する通電回路をオン、オフするパワースwitching素子である。実施の形態1では、IGBTと呼ばれるパワー半導体スイッチング素子が使用されている。このIGBTは絶縁ゲート形バイポーラトランジスタであって、コレクタC、エミッタE、ゲートGの3つの端子を有する。このスイッチング素子20のコレクタCは出力端子10aに直接接続され、そのエミッタEは基準電位端子10cに直接接続される。駆動抵抗20Rの一端はスイッチング素子20のゲートGに直接接続され、その他端はスイッチング素子20のエミッタEに直接接続され、この駆動抵抗20Rがスイッチング素子20にゲート電圧Vgを供給する。

#### 【0018】

図2は、点火信号電圧Vioと、ゲート電圧Vgの変化を示す。図2において、縦軸は電圧であり、横軸は時間である。点火信号電圧Vioはパルス状電圧であって、フロントエンドに立上がり部分SUを、またリアエンドに立下り部分SDを含んでいる。ゲート電圧Vgは点火信号電圧Vioに基づいて生成されるので、点火信号電圧Vioと同様に、パルス状電圧である。

#### 【0019】

点火信号電圧Vioの立上がり部分SUでは、電流供給回路30から駆動抵抗20Rへ



の駆動電流の供給が開始され、駆動抵抗  $20R$  の両端に発生するゲート電圧  $V_g$  が立上がり、このゲート電圧  $V_g$  がスイッチング素子  $20$  のスレッシュホールド電圧  $V_{th}$  を越えたタイミング  $t_{on}$  において、スイッチング素子  $20$  がオンとなり、電源端子  $VB$  から点火コイルの一次コイル  $2$  への通電が開始される。タイミング  $t_{on}$  は通電タイミングである。

また点火信号電圧  $V_{io}$  の立下り部分  $SD$  においては、ゲート電圧  $V_g$  がスレッシュホールド電圧  $V_{th}$  以下となったタイミング  $t_{off}$  で、スイッチング素子  $20$  がオフされる。スイッチング素子  $20$  は、そのオン状態において、コレクタ  $C$  とエミッタ  $E$  との間に電流を流し、点火コイル  $1$  の一次コイル  $2$  に電流を流す。スイッチング素子  $20$  がオフとなったタイミング  $t_{off}$  において、一次コイル  $2$  に流れる電流が遮断され、二次コイル  $3$  に点火用高電圧を発生させ、スパークプラグ  $4$  に火花を発生させる。タイミング  $t_{off}$  は点火タイミングである。

#### 【0020】

電流供給回路  $30$  は、点火信号ライン  $11$  と基準電位ライン  $12$  との間に接続される。この電流供給回路  $30$  は、2つの出力トランジスタ  $31$ 、 $32$  を含むカレントミラー回路  $33$  を含んでいる。トランジスタ  $31$ 、 $32$  は例えば  $P$  チャンネル  $MOS$  トランジスタであり、それらのソース  $S$  はともに点火信号ライン  $11$  に直接接続され、またそれらのゲートは互いに接続され、トランジスタ  $31$  のドレイン  $D$  に接続される。出力トランジスタ  $31$  のドレイン  $D$  は定電流回路  $40$  の定電流トランジスタ  $41$  を経由して基準電位ライン  $12$  に接続され、また出力トランジスタ  $32$  のドレイン  $D$  は駆動抵抗  $20R$  を経由して基準電位ライン  $12$  に接続される。

#### 【0021】

定電流回路  $40$  は、定電流トランジスタ  $41$  とともに、上部トランジスタ  $42$ 、 $43$  と下部トランジスタ  $44$ 、 $45$  と、起動トランジスタ  $48$ 、 $49$  を有する。上部トランジスタ  $42$ 、 $43$  は例えば  $P$  チャンネル  $MOS$  トランジスタであり、定電流トランジスタ  $41$  と下部トランジスタ  $44$ 、 $45$  と起動トランジスタ  $48$ 、 $49$  は  $N$  チャンネル  $MOS$  トランジスタである。

#### 【0022】

上部トランジスタ  $42$  のソース  $S$  は抵抗  $46R$  とダイオード  $46D$  を介して点火信号ライン  $11$  に接続され、またトランジスタ  $43$  のソース  $S$  はダイオード  $47$  を介して点火信号ライン  $11$  に接続される。ダイオード  $46D$  は、アノードが点火信号ライン  $11$  に、カソードが抵抗  $46R$  を介してトランジスタ  $42$  のソース  $S$  にそれぞれ接続される。ダイオード  $47$  は、アノードが点火信号ライン  $11$  に、カソードがトランジスタ  $43$  のソース  $S$  に接続される。これらのトランジスタ  $42$ 、 $43$  のゲートは互いに接続され、トランジスタ  $43$  のドレイン  $D$  に接続されている。

#### 【0023】

下部トランジスタ  $44$ 、 $45$  のドレイン  $D$  はそれぞれ上部トランジスタ  $42$ 、 $43$  のドレイン  $D$  に直接接続され、トランジスタ  $44$ 、 $45$  のソース  $S$  はそれぞれ基準電位ライン  $12$  に直接接続される。これらのトランジスタ  $44$ 、 $45$  のゲートは互いに接続され、定電流トランジスタ  $41$  のゲートに直接接続されるとともに、トランジスタ  $42$  のドレイン  $D$  に接続されている。

#### 【0024】

起動トランジスタ  $48$  のドレイン  $D$  はトランジスタ  $49$  のゲートに直接接続されるとともに、起動抵抗  $48R$  を介して点火信号ライン  $11$  に接続される。このトランジスタ  $48$  のゲートは下部トランジスタ  $44$ 、 $45$  のゲートに直結され、このトランジスタ  $48$  のソース  $S$  は基準電位ライン  $12$  に直接接続されている。トランジスタ  $49$  のドレイン  $D$  はトランジスタ  $43$  のゲートとドレイン  $D$  に接続され、またトランジスタ  $45$  のドレイン  $D$  に接続されている。このトランジスタ  $49$  のソース  $S$  は基準信号ライン  $12$  に直接接続されている。

#### 【0025】

定電流回路40は起動トランジスタ48、49によって起動される。まず点火信号電圧V<sub>io</sub>の立上がり部分SUにおいて、点火信号電圧V<sub>io</sub>の増大により、起動トランジスタ49がオンとなり、トランジスタ42、43のゲート電位を基準電位ライン12の基準電位に近づける。この結果、トランジスタ42、43のソースS、ドレインD間に電流が流れ、トランジスタ44、45、48のゲート電位が基準電位ライン12の基準電位に近づき、これらのトランジスタ44、45、48のソースS、ドレインD間にも電流が流れる。トランジスタ44、45、48のゲート電位が所定値に保たれるため、トランジスタ42、44およびトランジスタ43、45を流れる電流は一定値に保持され、定電流トランジスタ41は一定電流を出力トランジスタ31、32から引き込むように動作する。このように、定電圧回路40の定電流トランジスタ41は、点火信号ライン11の点火信号電圧V<sub>io</sub>に基づき、出力トランジスタ31、32から定電流を引き出すように動作する。

#### 【0026】

電流供給回路30の出力トランジスタ31には、制御トランジスタ34が接続され、この制御トランジスタ34は入力トランジスタ35、36によってオン、オフ制御される。制御トランジスタ34はPチャンネルMOSトランジスタであり、そのソースSは出力トランジスタ31のソースSに直接接続され、制御トランジスタ34のドレインDは出力トランジスタ31のドレインDに直接接続される。入力トランジスタ35、36はNチャンネルMOSトランジスタである。入力トランジスタ35のドレインDは抵抗37を介して点火信号ライン11に接続され、そのソースSは基準電位ライン12に直接接続される。入力トランジスタ36のドレインDは抵抗38、39を介して点火信号ライン11に接続され、そのソースSは基準電位ライン12に直接接続される。抵抗38、39の接続点は制御トランジスタ34のゲートに接続される。

#### 【0027】

点火信号電圧V<sub>io</sub>の立上がり部分SUにおいて、最初に、入力トランジスタ35はオフとなり、この結果、入力トランジスタ36がオンとなり、制御トランジスタ34もオンとなる。この制御トランジスタ34がオン状態にあれば、定電流トランジスタ41が定電流を引き出しても、電流はすべて制御トランジスタ34により出力トランジスタ31をバイパスして流れるので、出力トランジスタ31、32には電流は流れない。

#### 【0028】

波形整形回路50は点火信号ライン11と基準電位ライン12との間に接続される。この波形整形回路50は、基準信号発生回路SSと、比例信号発生回路PSと、コンパレータ51と、入力抵抗52を有する。基準信号発生回路SSは入力抵抗14と、それに並列接続されたダイオード15とを有する。ダイオード15はアノードが点火信号ライン11に直接接続され、カソードが基準電位ライン12に直接接続され、このダイオード15のアノードに基準信号V<sub>s</sub>を発生する。

#### 【0029】

比例信号発生回路PSは、点火信号ライン11と基準電位ライン12との間に接続される。この比例信号発生回路PSは、一対のMOSトランジスタ54、55と、比例電流源56とを含んでいる。トランジスタ54、55はPチャンネルMOSトランジスタであり、それぞれのソースSは点火信号ライン11に直接接続され、それぞれのゲートは互いに接続されてトランジスタ54のドレインDに接続される。このトランジスタ54のドレインDと基準電位ライン12との間に比例電流源56が接続される。トランジスタ55のドレインDと基準電位ライン12との間に、入力抵抗52が接続され、この入力抵抗52は比較信号V<sub>c</sub>を発生する。

#### 【0030】

コンパレータ51は、マイナス側入力aと、プラス側入力bと、出力cとを有する。マイナス側入力aはダイオード15のアノードに接続され、基準信号V<sub>s</sub>を受ける。プラス側入力bはトランジスタ55のドレインDと入力抵抗52との接続点に接続され、比較信号V<sub>c</sub>を受ける。コンパレータ51の出力cは、電流供給回路30の入力トランジスタ3

5 のゲートに直接接続される。このコンパレータ 51 の出力 c には、波形整形出力  $V_o$  が生成され、これが入力トランジスタ 35 のゲートに供給される。

#### 【0031】

図 3 は波形整形回路 50 の動作を説明するための特性図である。図 3 でも、縦軸は電圧であり、横軸は時間である。点火信号電圧  $V_{io}$  は図 2 に示すようにパルス状電圧であるが、この図 3 では、その立上がり部分 SU と立下り部分 SD が、その時間軸を拡大して示される。点火信号電圧  $V_{io}$  は、その立上がり部分 SU では、時間経過とともにそのレベルが増大し、また立下り部分 SD では、点火信号電圧  $V_{io}$  は時間経過とともにそのレベルが減少する。

#### 【0032】

点火信号電圧  $V_{io}$  の立上がり部分 SU において、点火信号電圧  $V_{io}$  の増大に伴ない、基準信号  $V_s$  はダイオード 15 の順方向の飽和電圧まで順次増大する。一方、比例電流源 56 は点火信号電圧  $V_{io}$  のレベルの増加に伴ない、それに応じて大きさが増大する比例電流をトランジスタ 54、55 から引き込むので、比較信号  $V_c$  も点火信号電圧  $V_{io}$  の増大に伴ない、順次増加する。この比較信号  $V_c$  は、通電タイミング  $t_{on}$  において、基準信号  $V_s$  を越える電圧レベル  $V_t$  に達し、この通電タイミング  $t_{on}$  において、コンパレータ 51 の出力 c の波形整形出力  $V_o$  は低レベルから高レベルに変化する。また点火信号電圧  $V_{io}$  の立下り部分 SD において、点火タイミング  $t_{off}$  で比較信号  $V_c$  は再び電圧レベル  $V_t$  を横切り、基準信号  $V_s$  よりも小さくなって、出力 c の波形整形出力  $V_o$  は高レベルから低レベルに変化する。

#### 【0033】

通電タイミング  $t_{on}$  において、波形整形出力  $V_o$  が高レベルになることにより、入力トランジスタ 35 がオンとなり、これに伴なって、トランジスタ 36 はオフとなり、制御トランジスタ 34 もオフとなる。制御トランジスタ 34 がオフすることにより、定電流トランジスタ 41 は出力トランジスタ 31、32 に定電流を流し、出力トランジスタ 32 は駆動抵抗  $20R$  に対する駆動電流  $I_d$  の供給を開始する。この駆動電流  $I_d$  は、定電流回路 40 によって定電流化されている。

点火タイミング  $t_{off}$  において、波形整形出力  $V_o$  が低レベルになることにより、入力トランジスタ 35 はオフとなり、制御トランジスタ 34 がオンとなる。この制御トランジスタ 34 のオンにより、出力トランジスタ 31、32 の電流が制御トランジスタ 34 にバイパスされ、駆動抵抗  $20R$  への駆動電流  $I_d$  が遮断される。

#### 【0034】

点火信号電圧  $V_{io}$  の立上がり部分 SU の通電タイミング  $t_{on}$  では、定電流化された駆動電流  $I_d$  の供給が開始され、ゲート電圧  $V_g$  がスイッチング素子  $20n$  のスレッシュホールド電圧  $V_{th}$  を越えるので、スイッチング素子  $20$  がオンとなり、電源端子 VB から点火コイル 1 の一次コイル 2 への通電が開始される。立下り部分 SD の点火タイミング  $t_{off}$  では、駆動電流  $I_d$  が遮断され、点火コイル 1 の二次コイル 3 に点火用高電圧が発生して、スパークプラグ 4 に点火が行われる。

#### 【0035】

以上のように、実施の形態 1 では、電流供給回路 30 および波形整形回路 50 がともに点火信号ライン 11 と基準電位ライン 12 との間に接続され、点火信号  $V_i$ 、 $V_{io}$  の立上がり部分 SU と立下り部分 SD とにおいて、波形整形回路 50 が電流供給回路 30 による駆動抵抗  $20R$  への駆動電流  $I_d$  の供給開始と遮断を行う。この構成に基づき、スイッチング回路 10 は、バッテリーに接続される電源端子を持たずに、出力端子  $10a$  と入力端子  $10b$  と基準電位端子  $10c$  の 3 つの端子を持って構成される。このスイッチング回路 10 が電源端子を持たないことにより、スイッチング回路 10 の端子構造が簡略化できる。

#### 【0036】

実施の形態 1 において、波形整形回路 50 は点火信号電圧  $V_{io}$  に基づき、基準信号発生回路 SS により基準信号  $V_s$  を発生し、また比較信号発生回路 PS により比較信号  $V_c$

を発生する。これらの基準信号  $V_s$  と比較信号  $V_c$  は、点火信号電圧  $V_{io}$  に基づき生成される。点火信号電圧  $V_{io}$  が、変化するベース電圧を含んでいても、このベース電圧を含んだ点火信号電圧  $V_{io}$  により、基準信号  $V_s$  と比較信号  $V_c$  が新たに生成されるので、ベース電圧の変化に拘わらず、通電タイミング  $t_{on}$  と点火タイミング  $t_{off}$  をより正確に設定できる。したがって、通電タイミング、点火タイミングがベース電圧のために狂うのを防止し、より正確な通電タイミング、点火タイミングでスイッチング素子 20 をオン、オフできる。最悪のケースとして想定された失火、すなわち点火タイミング  $t_{off}$  で、駆動電流  $I_d$  を遮断できないケースも解消することができる。

#### 【0037】

実施の形態 1 において、定電流回路 40 は変化する点火信号  $V_{io}$  を電圧源として、電流供給回路 30 の出力トランジスタ 31、32 から定電流を引き出し、駆動抵抗 20 R へ定電流化された駆動電流  $I_d$  を供給する。この定電流回路 40 は、電源端子を持たないスイッチング回路 10 において、スイッチング素子 20 がオンしている期間に点火信号電圧  $V_{io}$  のレベルが変動することによって、点火特性が悪化するのを防止する。例えば、スイッチング素子 20 のオン状態において、点火信号電圧  $V_{io}$  のレベルが低くても、駆動電流  $I_d$  は定電流化された一定電流とされるので、ゲート電圧  $V_g$  も一定値に保持され、それに応じて、点火タイミング  $t_{off}$  では、点火コイルの一次コイル 2 の通電電流が十分な値まで上昇した状態で、その通電電流が遮断されることになり、この通電電流が不足することによって内燃機関の点火エネルギーが不足したり、最悪失火するのを防止することができる。併せて、スイッチング素子 20 のオン期間において、ノイズによりゲート電圧  $V_g$  が変動するのも回避することができ、このノイズによる点火用高電圧の不足、失火をも防止することができる。

#### 【0038】

なお、実施の形態 1 では、電流供給回路 30 の各トランジスタを MOS トランジスタで構成しているが、各トランジスタをすべてバイポーラトランジスタに変更することも可能である。この場合、P チャンネルトランジスタ 31、32、34、42、43 を PNP 形バイポーラトランジスタに置き換え、また N チャンネルトランジスタ 35、36、41、44、45、48、49 を NPN 形バイポーラトランジスタに置き換えることにより、同じ機能を達成することができる。

#### 【0039】

実施の形態 2.

図 4 はこの発明による内燃機関点火装置の実施の形態 2 を示し、図 5 はこの実施の形態 2 の動作説明線図である。

図 4 に示す実施の形態 2 は、スイッチング回路 10 A を有する。このスイッチング回路 10 A は、図 1 に示すスイッチング回路 10 と同様に、出力端子 10 a と、入力端子 10 b と、基準電位端子 10 c との 3 つの端子を持って構成される。出力端子 10 a は点火コイル 1 の一次コイル 2 に、入力端子 10 b は点火駆動回路 5 の点火信号端子 5 a に、また基準電位端子 10 c は基準電位点 GND にそれぞれ直接接続される。

#### 【0040】

このスイッチング回路 10 A は、図 1 の波形整形回路 50 に代って、波形整形回路 50 A を含んでおり、またこの実施の形態 2 では図 1 の点火信号ライン 11 に代って、点火駆動回路 5 の点火信号端子 5 a に直接接続された点火信号ライン 11 a が用いられ、この点火信号ライン 11 a には点火信号電圧  $V_i$  が直接供給される。点火信号電圧  $V_i$  は図 5 の曲線  $V_i$  で示される。スイッチング素子 20、駆動抵抗 20 R、電流供給回路 30、定電流回路 40 は図 1 と同じに構成される。同じ部分を同じ符号で示し、説明を省略する。

#### 【0041】

実施の形態 2 では、入力抵抗 13、14 が点火信号ライン 11 a と基準電位ライン 12 との間に直列接続され、入力抵抗 13 と並列にダイオード 15 が接続されている。このダイオード 15 はアノードが入力抵抗 13、14 の相互接続点に接続され、カソードが基準電位ライン 12 に接続される。この実施の形態 2 では、入力抵抗 13、14 の相互接続点

には、基準信号  $V_s$  が発生する。この基準信号  $V_s$  は、ダイオード 15 の順方向電圧に等しく、図 5 に示す点火信号  $V_i$  に対応して、図 5 に示す曲線  $V_s$  のように変化する。

#### 【0042】

波形整形回路 50A は、コンパレータ 51 と、入力抵抗 52 と、基準信号発生回路 SS と、比較信号発生回路 PS と、レベルアップ回路 57 を含んでいる。コンパレータ 51、入力抵抗 52、基準信号発生回路 SS、比較信号発生回路 PS は、図 1 に示した実施の形態 1 と同じに構成される。この実施の形態 2 で使用される波形整形回路 50A は、実施の形態 1 で使用された波形整形回路 50 に、レベルアップ回路 57 を付加したものである。この波形整形回路 50A は、レベルアップ回路 57 を付加したことにより、通電タイミング  $t_{on}$  における比較信号  $V_s$  の電圧レベル  $V_{on}$  と、点火タイミング  $t_{off}$  における比較信号  $V_c$  の電圧レベル  $V_{off}$  とが互いに相違し、電圧レベル  $V_{off}$  が電圧レベル  $V_{on}$  よりも大きく設定される。このタイプの波形整形回路 50A は、ヒステリシス特性を持った波形整形回路である。

#### 【0043】

図 5 は、図 3 と同様に、点火信号電圧  $V_i$  の立上がり部分 SU と、立下り部分 SD が拡大して示される。この図 5 でも縦軸は電圧であり、横軸は時間である。図 5 には、通電タイミング  $t_{on}$  を設定するための比較信号  $V_{c1}$  と、点火タイミング  $t_{off}$  を設定するための比較信号  $V_{c2}$  が示される。比較信号  $V_{c1}$  はレベルアップ回路 57 が動作しない状態で、比較信号発生回路 PS が発生する比較信号であり、実施の形態 1 の比較信号  $V_c$  と同じものである。比較信号  $V_{c2}$  は、レベルアップ回路 57 が動作した状態における比較信号であり、比較信号  $V_{c1}$  に比べ、レベルが増大した信号である。

#### 【0044】

レベルアップ回路 57 は、点火信号ライン 11a と基準電位ライン 12 との間に接続される。このレベルアップ回路 57 はトランジスタ 58、59 を含んでいる。トランジスタ 58 は P チャンネル MOS トランジスタであり、トランジスタ 59 は N チャンネル MOS トランジスタで構成される。トランジスタ 58 のソース S は点火信号ライン 11a に直接接続され、そのドレイン D はトランジスタ 59 のドレイン D に直接接続され、またそのゲートはトランジスタ 54 のドレイン D に直接接続される。トランジスタ 59 のソース S は、コンパレータ 51 のプラス入力 b に、またそのゲートはコンパレータ 51 の出力 c にそれぞれ接続される。

#### 【0045】

このレベルアップ回路 57 では、コンパレータ 51 の出力 c における波形整形出力  $V_o$  が高レベルであるときに、トランジスタ 59 がオン状態となるので、入力抵抗 52 が発生する比較信号  $V_c$  をレベルアップし、図 5 の曲線  $V_i$  に示す点火信号  $V_i$  が与えられたときに、図 5 の曲線  $V_{c2}$  のようにレベルアップした比例信号  $V_{c2}$  を発生する。このレベルアップした比較信号  $V_{c2}$  も、比較信号  $V_{c1}$  と同様に、点火信号  $V_i$  のレベル変化に応じてレベルが変化する。

#### 【0046】

さて、図 3 の曲線  $V_i$  に示す点火信号  $V_i$  が点火駆動回路 5 から供給されると、曲線  $V_s$  に示す基準電圧  $V_s$  は図 3 に示すように、ダイオード 15 の順方向電圧特性に従って増加し、ほぼ一定の飽和電圧に達する。また、比例電流発生回路 53 は、点火信号  $V_i$  のレベルの増加に伴い、入力抵抗 52 に供給する電流を増加させるので、波形整形コンパレータ 51 のプラス側入力 b の比較信号  $V_c$  は、図 3 の曲線  $V_{c1}$  に沿って増加する。

#### 【0047】

点火信号電圧  $V_i$  の立上がり部分 SU では、この比較信号  $V_{c1}$  が基準信号  $V_s$  を超えた通電タイミング  $t_{on}$  において、コンパレータ 51 の出力 c の波形整形出力  $V_o$  は高レベルに変化する。この波形整形出力  $V_o$  が高レベルになることにより、電流供給回路 50 の入力トランジスタ 35 がオンとなり、制御トランジスタ 34 がオフとなるので、スイッチング素子 20 の駆動抵抗 20R に、スイッチング素子 20 のスレッシュホールド電圧  $V_{th}$  を越える電圧が発生し、スイッチング素子 20 がオンとなる。併せて、コンパレータ

51の波形整形出力 $V_o$ が高レベルになることにより、レベルアップ回路57トランジスタ59がオンとなり、このトランジスタ59のオンに基づき、トランジスタ59からも入力抵抗52に電流が供給されて、比較信号 $V_c$ はレベルアップ状態となり、レベルアップされた比較信号 $V_c2$ に上昇し、以後点火信号 $V_i$ のレベルの増加に従い、曲線 $V_c2$ に沿って増加する。

#### 【0048】

点火信号電圧 $V_i$ の立下り部分SDでは、比較信号 $V_c$ は点火信号電圧 $V_i$ のレベルの降下につれて曲線 $V_c2$ に沿ってレベルが降下する。この比較信号 $V_c$ が、基準信号 $V_s$ のレベル以下に低下した点火タイミングtoffにおいて、コンパレータ51はオフとなり、その出力cの波形整形出力 $V_o$ は再び低レベルに変化する。この波形整形出力 $V_o$ が低レベルに変化することに伴い、点火タイミングtoffにおいて、電流供給回路50の入力トランジスタ35がオフとなり、制御トランジスタ34がオンとなるので、スイッチング素子20がオフされ、点火コイル1の一次コイル2に流れていた電流が遮断されるため、点火コイル1の二次コイル3には点火用高電圧が発生し、内燃機関に着火が行なわれる。

#### 【0049】

図5において、電圧 $V_{on}$ は通電タイミングtonにおいて、比較信号 $V_c1$ が基準信号 $V_s$ を超えるとときの電圧レベルを示し、また電圧 $V_{off}$ は点火タイミングtoffにおいて、比較信号 $V_c2$ が基準信号 $V_s$ 以下になるときの電圧レベルを示す。レベルアップ回路57の働きにより、電圧 $V_{on} > V_{off}$ の関係となる。

#### 【0050】

この実施の形態2でも、スイッチング回路10Aが電源端子を持たず、出力端子10aと、入力端子10bと、基準電位端子10cとの3つの端子で構成されるので、その端子構造を簡略化できる。また、実施の形態2でも、基準信号 $V_s$ と比較信号 $V_c$ が点火信号電圧 $V_i$ に基づき新たに生成されるので、点火信号電圧 $V_i$ に含まれるベース電圧の変動に拘わらず、通電タイミングton、点火タイミングtoffを、より正確に設定できる。

#### 【0051】

併せて実施の形態2では、レベルアップ回路57を付設しているので、コンパレータ51のオンに伴うレベルアップ回路57の動作によって、比較信号 $V_c$ がレベルアップされる結果になり、点火信号電圧 $V_i$ の変動およびノイズによる比較信号 $V_c$ の変動があっても、常にコンパレータ51の動作が安定する。これは、点火信号電圧 $V_i$ に基づき、波形整形回路50Aを動作させるものにあって、波形整形回路50Aに基準電位GNDとの電位差に対する十分な動作マージンを与え、電流供給回路30の動作を安定させるのに有効であり、点火コイル1の一次コイル2への通電後の点火タイミングtoffにおいて、十分な点火用高電圧を得るのに有効である。

#### 【0052】

実施の形態3.

図6はこの発明による内燃機関点火装置の実施の形態3を示す。この実施の形態3は、スイッチング回路10Bを使用する。このスイッチング回路10Bは、図1に示す実施の形態1のスイッチング回路10に、電流制限回路60を付加したものであり、これに伴い図1に示すスイッチング素子20に代わり、補助エミッタE1を持ったスイッチング素子20Aが使用される。その他は図1の実施の形態1と同じに構成されるので、同じ部分を同じ符号で示し、説明を省略する。なお、この実施の形態3において、図2に示す波形整形回路50Aが使用されている。

#### 【0053】

スイッチング素子20Aは、IGBTであり、これはコレクタCと、主エミッタE、補助エミッタE1、ゲートGを有する。コレクタCはスイッチング回路10Bの出力端子10aに、主エミッタEはその基準電位端子10bにそれぞれ直接接続される。

電流制限回路60は、スイッチング素子20Aのオン状態において、スイッチング素子

20 Aの通電電流を制限し、スイッチング素子20 Aに流れる電流が過大になるのを防ぐように働く保護回路である。この電流制限回路60は、電流制限コンパレータ61と、基準電位源62と、検出抵抗63、64、65と、電流制限トランジスタ66を含んでいる。検出抵抗65は補助エミッタE1に接続され、スイッチング素子20 Aの通電電流を検出する通電電流検出回路IDを構成する。検出抵抗63、64はコレクタC、すなわち出力端子10 aに接続され、出力端子10 aの出力電圧を検出する出力電圧検出回路VDを構成する。

#### 【0054】

電流制限コンパレータ61は、マイナス側入力aと、プラス側入力bと、出力cを有する。出力電圧検出回路VDを構成する検出抵抗63、64は、基準電位源62とともに、スイッチング素子20 AのコレクタCと基準電位ライン12との間に、互いに直列に接続される。検出抵抗63がコレクタCに直接接続され、基準電位源62のマイナス側端子が基準電位ライン12に直接接続され、検出抵抗63と基準電位源62のプラス側端子との間に検出抵抗64が接続される。通電電流検出回路IDを構成する検出抵抗65はスイッチング素子20 Aの補助エミッタE1と基準電位ライン12との間に接続される。スイッチング素子20 Aの補助エミッタE1は電流制限コンパレータ61のマイナス側入力aに接続され、検出抵抗63、64の相互接続点は電流制限コンパレータ61のプラス側入力bに接続されている。基準電位源62は定電圧eの電位源であり、そのプラス側端子が検出抵抗64に接続され、この検出抵抗64を介して電流制限コンパレータ61のプラス側入力bに接続される。

#### 【0055】

電流制限トランジスタ66はPチャンネルMOSトランジスタである。このトランジスタ66のソースSは電流供給回路30の端子30 aに接続され、点火信号ライン11に直接接続されている。トランジスタ66のドレインDは電流供給回路30の端子30 bに接続され、出力トランジスタ31のゲートとドレインDに直接接続されている。トランジスタ66のゲートは電流制限コンパレータ61の出力cに接続されている。

#### 【0056】

点火コイル1の一次コイル2を流れるスイッチング素子20 Aのコレクタ電流が制限電流以下であり、電流制限コンパレータ61のマイナス側入力aの電位V aが、プラス側入力bの電位V bよりも小さいときに、出力cに高レベル出力を発生し、電流制限トランジスタ66をオフさせる。点火コイル1の一次コイル2を流れる電流が増大し、検出抵抗65を流れる電流が増大して、電流制限コンパレータ61のマイナス側入力aの電位V aがプラス側入力bの電位V bを越えれば、電流制限コンパレータ61の出力cの出力電位V cはそれらの電位差V a - V bの大きさに応じて低下し、それに応じて電流制限トランジスタ66のゲート電圧を下げて、トランジスタ66のソースSとドレインDとの間に電流を流す。この電流制限トランジスタ66の電流に応じて、電流供給回路30の出力トランジスタ31の電流がバイパスされ、出力トランジスタ32から駆動抵抗20 Rへの電流を減少させ、スイッチング素子20 AのゲートGの電位を低下させる。このゲート電位Gの低下により、スイッチング素子20 Aのコレクタ電流が低下し、そのコレクタ電流の増加が制限される。

#### 【0057】

電流制限コンパレータ61のプラス側入力aの電位V aは、基準電位源62による定電位成分eと、出力端子10 a、すなわちスイッチング素子20 AのコレクタCの電位に比例する比例電位成分e cとが加算された電位である。この比例電位成分e cは出力電圧検出回路VDの検出抵抗63、64によって検出される。この比例電位成分e cは、電流制限コンパレータ61のプラス側入力bの電位V bをその大きさに応じて上昇させる。この比例電位e cの増大は、電流制限コンパレータ61の動作特性を変更し、スイッチング素子20 Aのコレクタ電圧V c eの変化を抑制する。

#### 【0058】

図7は電流制限回路60の動作説明線図であり、点火信号電圧V i oが点火信号ライン

11をプラスとする極性で供給された場合において、スイッチング素子20Aのコレクタ、エミッタ間電圧 $V_{ce}$ とコレクタ電流 $I_c$ の関係を示す。縦軸はスイッチング素子20Aのコレクタ電流 $I_c$ を、また横軸はそのコレクタ電圧 $V_{ce}$ を示す。動作点aはスイッチング素子20Aが点火信号 $V_i$ の上昇に伴い、スイッチング素子20Aがオンとなるポイントである。この動作点aからスイッチング素子20Aは点火コイル1の一次コイル2への電流の供給を開始し、コレクタ電流 $I_c$ が急激に増加し、これに伴ってコレクタ電圧 $V_{ce}$ も増加する。動作点bは電流制限回路60がスイッチング素子20Aのコレクタ電流 $I_c$ の制限を開始するポイントである。この動作点bでは、コレクタ電流 $I_c$ は $I_{c1}$ であり、コレクタ電圧 $V_{ce}$ は $V_{ce1}$ である。この動作点bでは、電位 $V_a$ が電位 $V_b$ を超え、電流制限トランジスタ66が出力トランジスタ31を側路する動作が開始され、ゲートGの電圧 $V_g$ の低下が起こり、コレクタ電流 $I_c$ の制限が開始される。

#### 【0059】

検出抵抗63、64が設けられず、比例電位成分 $e_c$ が与えられない場合には、スイッチング素子20Aは、動作点bから点線で示す特性C0に沿って動作点dへ変化するものとする。この特性C0によれば、動作点dにおいて、スイッチング素子20Aのコレクタ電流 $I_c$ が $I_{c2}$ に達し、コレクタ電圧 $V_{ce}$ は $V_{ce3}$ に達する。検出抵抗63、64による比例電位成分 $e_c$ は、動作点bからの動作特性を特性C1に変化したと等価な特性を電流制限コンパレータ61に与える。この特性C1では、コレクタ電流 $I_c$ が $I_{c2}$ に達したときに、動作点はcとなり、コレクタ電圧 $V_{ce}$ は $V_{ce2}$  ( $V_{ce2} < V_{ce3}$ ) になる。すなわち、特性C1は特性C0に比べて、コレクタ電圧 $V_{ce}$ の変化を抑制し、また電流制限動作が開始される動作点bにおけるコレクタ電圧 $V_{ce}$ の変化を小さく抑える。

#### 【0060】

図8は電流制限回路60を付加した場合におけるコレクタ電流 $I_c$ と、コレクタ電圧 $V_{ce}$ の波形変化を示す。図8(a)はコレクタ電流 $I_c$ の変化を、また図8(b)はコレクタ電圧 $V_{ce}$ の変化を示す。図8の横軸は時間である。通電タイミング $t_{on}$ において、スイッチング素子20Aがオンとなり、コレクタ電流 $I_c$ が流れ始め、またコレクタ電圧 $V_{ce}$ は急激に減少する。コレクタ電流 $I_c$ が増加し、このコレクタ電流 $I_c$ が $I_{c1}$ に達したタイミング $t_3$ において、電位 $V_a$ が電位 $V_b$ を越えて、電流制限回路60による電流制限動作が開始される。この電流制限動作の開始時点 $t_3$ では、コレクタ電流 $I_c$ が点火コイル1の一次コイル2の大きなインダクタンスのために脈動し、コレクタ電圧 $V_{ce}$ も脈動するおそれがある。比例電位成分 $e_c$ による特性C0から特性C1への変更は、この脈動を抑制する。

#### 【0061】

図8(c)の破線の円内には、タイミング $t_3$ におけるコレクタ電圧 $V_{ce}$ の脈動を拡大して示す。特性C0では、破線で示す脈動波形W0となるが、比例電位成分 $e_c$ による特性C1への変更に基づき、振動振幅の抑制された脈動波形W1となる。この抑制された脈動波形W1によって、このタイミング $t_3$ において、内燃機関に誤点火が起こるのを防止できる。

時点 $t_3$ の後の点火タイミング $t_{off}$ において、点火信号 $V_i$ の下降に伴い、電流供給回路30から駆動抵抗20Rへの給電が停止されると、スイッチング素子20Aがオフとなり、コレクタ電流 $I_c$ は急激に低下し、これに伴って、点火コイル1の二次コイル3に点火用高電圧が発生し、内燃機関に点火が行なわれる。なお、点火タイミング $t_{off}$ は、タイミング $t_3$ よりも前に設定される場合もある。

#### 【0062】

実施の形態3では、スイッチング回路10Bを出力端子10aと、入力端子10bと、基準電位端子10cの3つの端子として、その端子構造を簡単化したものにおいて、通電電流検出回路IDによりスイッチング素子20Aの通電電流を検出し、その通電電流の増大に応じて、電流供給回路30から駆動抵抗20Rへの電流を減少させる電流制限トランジスタ66により、スイッチング素子20Aを効果的に保護できる。



加えて、出力電圧検出回路VDにより、出力端子10a、すなわちスイッチング素子20Aのコレクタ電圧Vceを検出し、電流制限時のコンパレータ61の動作特性を変更して、電流制限開始時におけるコレクタ電圧の脈動を抑制するようにしたので、電流制限開始時点における内燃機関への誤点火を防止できる。

#### 【0063】

実施の形態4.

図9はこの発明による内燃機関点火装置の実施の形態4を示す電気回路図である。この実施の形態4は、図6のスイッチング素子20Aを変形したスイッチング素子20Bを使用し、また図6の電流制限回路60を変形した電流制限回路60Aを使用したものであるが、図6に示す実施の形態3と同様に、スイッチング素子を保護する機能を持った実施の形態である。この実施の形態4において、スイッチング素子20Bと電流制限回路60A以外は、図6に示す実施の形態3と同じであり、同じ部分を同じ符号で示し、説明を省略する。

#### 【0064】

実施の形態4に使用されるスイッチング素子20Bは、IGBTであるが、主IGBT21と、センスIGBT24とラッチアップ素子27を内蔵したものである。主IGBT21は、NチャンネルMOSトランジスタ22とPNP形バイポーラトランジスタ23を直列に接続したものである。NチャンネルMOSトランジスタ22のドレインDはPNP形バイポーラトランジスタ23のベースBに接続され、またNチャンネルMOSトランジスタ22のソースSはPNP形バイポーラトランジスタ23のコレクタCに接続されている。PNP形バイポーラトランジスタ23のエミッタEは、スイッチング素子20BのコレクタCとなり、NチャンネルMOSトランジスタ22のソースSはスイッチング素子20BのエミッタEとなる。NチャンネルMOSトランジスタ22のゲートGはスイッチング素子20BのゲートGとなる。

#### 【0065】

センスIGBT24は、NチャンネルMOSトランジスタ25とPNP形バイポーラトランジスタ26を直列接続したものである。NチャンネルMOSトランジスタ25のドレインDはPNP形バイポーラトランジスタ26のベースBに接続され、またNチャンネルMOSトランジスタ25のソースSはPNP形バイポーラトランジスタ26のコレクタCに接続されている。PNP形バイポーラトランジスタ26のエミッタEは、スイッチング素子20BのコレクタCに接続され、またNチャンネルMOSトランジスタ25のゲートGはスイッチング素子20BのゲートGに接続される。

#### 【0066】

ラッチアップ素子27は、PNP形バイポーラトランジスタ28とNPN形バイポーラトランジスタ29を有する。PNP形バイポーラトランジスタ28のコレクタCはNPN形トランジスタ29のベースBに接続され、PNP形バイポーラトランジスタ28のベースBはPNP形バイポーラトランジスタ23、26のベースBと共通接続され、またNPN形バイポーラトランジスタ29のコレクタCに接続される。PNP形バイポーラトランジスタ27のエミッタEはスイッチング素子20BのコレクタCに接続される。

#### 【0067】

電流制限回路60Aは、電流制限コンパレータ61と、基準電位源62と、検出抵抗67、68、69、71、72と、電流制限トランジスタ66と、ツエナーダイオード群73と、ツエナーダイオード74を含んでいる。検出抵抗67はセンスIGBT24のNチャンネルMOSトランジスタ25のソースSに接続され、スイッチング素子20Bの通電電流検出回路IDを構成する。検出抵抗68、69、71、72、ツエナーダイオード群73およびツエナーダイオード74は、ラッチアップ素子27のNPN形トランジスタ29に接続され、スイッチング素子20BのコレクタCの電圧、すなわち出力端子10aの出力電圧を検出する出力電圧検出回路VDを構成する。

#### 【0068】

通電電流検出回路IDの検出抵抗67は、センスIGBT24のNチャンネルMOSト

ランジスタ25のソースSと基準電位ライン12との間に接続される。出力電圧検出回路VDのツエナーダイオード群73は、例えば3つのツエナーダイオードを直列したもので、ラッチアップ素子27のNPN形バイポーラトランジスタ29のベースBと基準電位ライン12との間に接続されている。このツエナーダイオード群73は、そのカソードがNPN形バイポーラトランジスタ29のベースBに、そのアノードが基準電位ライン12に接続される。検出抵抗68、69は、ラッチアップ素子27のNPN形バイポーラトランジスタ29のエミッタEと基準電位ライン12との間に互いに直列に接続されている。ツエナーダイオード74は、検出抵抗68と並列に接続され、そのカソードはNPN形バイポーラトランジスタ29のエミッタEに、またそのアノードは検出抵抗68、69の相互接続点にそれぞれ接続される。基準電位源62と検出抵抗71、72は、検出抵抗69と並列な回路に、互いに直列に接続される。基準電位源62は、そのマイナス側端子が基準電位ライン12に接続され、そのプラス側端子が検出抵抗72、71を介して、検出抵抗68、69の相互接続点に接続される。

#### 【0069】

電流制限コンパレータ61のプラス側入力bは検出抵抗71、72の相互接続点に接続され、そのマイナス側入力aは検出抵抗67とNチャンネルMOSトランジスタ25のソースSとの相互接続点に接続され、出力cは電流制限トランジスタ66のベースに接続される。電流制限トランジスタ66のソースS、ドレインDは電流供給回路30の端子30a、30bに接続され、図6に示す実施の形態3と同様に、電流供給回路30の出力トランジスタ32のソースS、ドレインDにそれぞれ直接接続される。

#### 【0070】

図10はこの実施の形態4において、スイッチング素子20BのコレクタCからエミッタEへ流れるコレクタ電流 $I_c$ と、そのコレクタCとエミッタEとの間のコレクタ電圧 $V_{ce}$ の特性を示す。この特性は、動作点a、b1、e、fを含み、これらの動作点の間に領域Z1、Z2、Z3、Z4を含む。領域Z1は動作点a、b1の間の領域、領域Z2は動作点b1、eの間の領域、領域Z3は動作点e、fの間の領域であり、領域Z4は動作点f以上の領域である。

#### 【0071】

動作点aにおいて、スイッチング素子20Bがオンし、点火コイル1の一次コイル2に電流が流れ始める。動作点aから動作点b1に向かって、コレクタ電流 $I_c$ は急激に増加する。点火コイル1の一次コイル2を流れるスイッチング素子20Bのコレクタ電流が制限電流以下であり、電流制限コンパレータ61のマイナス側入力aの電位 $V_a$ が、プラス側入力bの電位 $V_b$ よりも小さいときには、電流制限コンパレータ61の出力cに高レベル出力が発生し、電流制限トランジスタ66がオフとなる。点火コイル1の一次コイル2を流れる電流が増大し、検出抵抗67を流れる電流が増大して、電流制限コンパレータ61のマイナス側入力aの電位 $V_a$ がプラス側入力bの電位 $V_b$ を越えれば、電流制限コンパレータ61の出力cの出力電位 $V_c$ はそれらの電位差 $V_a - V_b$ の大きさに応じて低下し、それに応じて電流制限トランジスタ66のゲート電圧を低下させ、トランジスタ66のソースS、ドレインDの間にドレイン電流を流す。この電流制限トランジスタ66のドレイン電流に応じて、電流供給回路30のトランジスタ31のソース、ドレイン間電流がバイパスされ、トランジスタ32から駆動抵抗20Rへの電流を減少させ、スイッチング素子20BのゲートGの電位を低下させる。このゲート電位Gの低下により、スイッチング素子20Bのコレクタ電流が低下し、そのコレクタ電流の増加が制限される。

#### 【0072】

領域Z1、Z2では、ツエナーダイオード群73、ツエナーダイオード74はともにオフしており、電流制限コンパレータ61のプラス側入力 $V_b$ は、基準電位源92の定電圧成分eと、比例電圧成分ecに応じて上昇する。領域Z3では、ツエナーダイオード群73はオフし、ツエナーダイオード74がオンとなる。このツエナーダイオード74のオンに基づき、検出抵抗68の両端電圧がツエナーダイオード74によりクランプされるので、このツエナーダイオード74のクランプ電圧を越える電圧成分は検出抵抗69に集中す

る結果となり、このため電流制限コンパレータ 61 のプラス側入力  $V_b$  がより大きく変化するので、領域 Z3 ではコレクタ電圧  $V_{ce}$  に対するコレクタ電流  $I_c$  の変化の傾きが、領域 Z2 に比べて大きくなる。領域 Z4 では、ツエナーダイオード群 73 もオンとなる。このため、検出抵抗 68、69 の両端の検出電圧はツエナーダイオード群 73 によってクランプされて、それ以上増加しない。このため、領域 Z4 では電流制限コンパレータ 61 のプラス側入力  $V_b$  の増加がツエナーダイオード群 73 によって抑制される結果となり、電流制限コンパレータ 61 の出力 c の電位は検出抵抗 67 の検出電圧に応じて減少し、コレクタ電流  $I_c$  の抑制効果が大きくなる。

#### 【0073】

図 11 は電流制限回路 60 A を付加した場合におけるスイッチング素子 20 B のコレクタ電流  $I_c$  と、コレクタ電圧  $V_{ce}$  の波形変化を示す。図 11 (a) はコレクタ電流  $I_c$  の変化を、また図 11 (b) はコレクタ電圧  $V_{ce}$  の変化を示す。図 11 の横軸は時間である。通電タイミング  $t_{on}$  において、スイッチング素子 20 B がオンとなり、コレクタ電流  $I_c$  が流れ始め、またコレクタ電圧  $V_{ce}$  は急激に減少する。コレクタ電流  $I_c$  が増加し、このコレクタ電流  $I_c$  が増大した時点  $t_3$  において、電位  $V_a$  が電位  $V_b$  を越えて、電流制限回路 60 A による電流制限動作が開始される。この電流制限動作は領域 Z2、Z3 において段階的に変化する結果となり、コレクタ電圧  $V_{ce}$  の脈動がより効果的に抑えられる。動作点 e は電流制限動作の屈曲点となり、この動作点 e よりもコレクタ電圧  $V_{ce}$  が低い領域 Z2 では、動作点 e よりもコレクタ電圧  $V_{ce}$  が高い領域 Z3 に比べて、コレクタ電圧  $V_{ce}$  に対するコレクタ電流  $I_c$  の傾きが小さくなっている。

#### 【0074】

この動作点 e における電流制限動作の屈曲は、スイッチング素子 20 B に十分なコレクタ電流  $I_c$  を与えるとともに、その段階的な電流制限動作を与える。図 6 に示す実施の形態 3 では、動作点 b から特性 C1 に従った電流制限動作を与え、動作点 b でコレクタ電圧  $V_{ce}$  が脈動するのを防止したが、この実施の形態 4 ではコレクタ電流  $I_c$  の小さい領域から電流制限動作を与える結果、コレクタ電流  $I_c$  が抑えられ、スイッチング素子 20 A の通電電流が減少する。この実施の形態 4 は、電流制限動作を動作点 b よりもコレクタ電流  $I_c$  が大きい動作点 b1 に設定して、コレクタ電流  $I_c$  をより大きくし、より充分な通電電流を点火コイル 1 の一次コイル 2 に流すようにしている。

#### 【0075】

領域 Z2 における電流制限動作は図 7 の特性 C0 に相当し、領域 Z3 における電流制限動作は図 7 の特性 C1 に相当する。このように電流制限動作を動作点 e で屈曲させ、段階的に変化させることによって、図 11 に示すようにタイミング  $t_3$  付近で充分なコレクタ電流  $I_c$  を流すことができ、電源端子 VB の電圧が高い状態において、コレクタ電圧変動を抑制することができる。

#### 【0076】

タイミング  $t_3$  の後の点火タイミング  $t_{off}$  において、点火信号電圧  $V_i$  の下降に伴い、電流供給回路 30 から駆動抵抗 20 R への給電が停止されると、スイッチング素子 20 B がオフとなり、コレクタ電流  $I_c$  は急激に低下し、これに伴って、点火コイル 1 の二次コイル 3 に点火用高電圧が発生し、内燃機関に点火が行なわれる。

#### 【0077】

実施の形態 4 では、スイッチング回路 10 B を出力端子 10 a と、入力端子 10 b と、基準電位端子 10 c の 3 つの端子として、その端子構造を単純化したものにおいて、電流制限回路 60 A の電流制限トランジスタ 66 により、電流供給回路 30 から駆動抵抗 20 R への電流を減少させ、点火コイル 1 の一次コイル 2 への電流を効果的に制限できる。

加えて、スイッチング素子 20 B のコレクタ電圧  $V_{ce}$  を検出する回路に、ツエナーダイオード群 73 と、ツエナーダイオード 74 を設け、コレクタ電圧  $V_{ce}$  の検出を段階的に変化させ、電源端子 VB の電圧が高い状態での、電流制限開始時におけるコレクタ電圧の脈動を抑制するようにしたので、電流制限開始時点における内燃機関への誤点火を防止しながら、点火コイル 1 の一次コイル 2 に充分な通電電流を流し、充分な点火電圧を得る

ことができる。

#### 【0078】

この実施の形態4において、電流制限時におけるコレクタ電圧 $V_{ceL}$ は、電流制限時におけるコレクタ電流を $I_{cL}$ とすると、次の式で与えられる。

$$V_{ceL} = V_B - R_1 \times I_{cL}$$

$V_B$ は電源端子 $V_B$ の電圧であり、 $R_1$ は点火コイル1の一次コイル2の抵抗である。抵抗 $R_1$ を $0.5 \sim 0.7 \Omega$ 、電流制限時のコレクタ電流 $I_{cL}$ を $9 \sim 11 A$ 、電源電圧 $V_B$ を $14 V$ としたとき、電流制限時のコレクタ電圧 $V_{ceL}$ は $6.3 \sim 9.5 V$ となり、動作点 $e$ を $10 V$ 付近に設定することにより、電流制限開始時点における内燃機関への誤点火を防止しながら、点火コイル1の一次コイル2に十分な通電電流を流し、十分な点火用高電圧を得ることができる。

#### 【0079】

図12は実施の形態4で使用されるスイッチング素子20Bの具体例を示す。このスイッチング素子20Bは、シリコンなどの半導体基板 $SS$ により構成される。この半導体基板 $SS$ は、 $n$ -形の半導体層 $N1$ と、 $n$ +形の半導体層 $N2$ と、 $p$ +形の半導体層 $P1$ を有する。半導体層 $N1$ の下に半導体層 $N2$ が接合しており、この半導体層 $N2$ の下に半導体層 $P1$ が接合している。半導体層 $P1$ にはコレクタ電極層 $CE$ がオーミックコンタクトしており、このコレクタ電極層 $CE$ がコレクタ $C$ となる。

#### 【0080】

半導体層 $N1$ の表面には、 $p$ 形の半導体島領域 $P2$ 、 $P3$ 、 $P4$ が間隔をおいて形成されている。右側の島領域 $P2$ は主IGBT21を形成するもので、この島領域 $P2$ の表面には $n$ +形の半導体層 $N3$ が形成され、これらの島領域 $P2$ と半導体層 $N3$ にオーミックコンタクトするエミッタ電極 $EE1$ が配置されている。このエミッタ電極 $EE1$ がスイッチング素子20Bのエミッタ $E$ となる。主IGBT21は電流能力を上げるために複数のIGBTで構成される。中央の島領域 $P3$ はセンスIGBT24を形成するもので、この島領域 $P3$ の表面には $n$ +形の半導体層 $N4$ が形成されており、これらの島領域 $P3$ と半導体層 $N4$ にオーミックコンタクトするエミッタ電極 $EE2$ が配置されている。左側の島領域 $P4$ はラッチアップ素子27を形成するもので、この島領域 $P4$ の表面には $n$ +形の半導体層 $N5$ と、 $p$ +形の半導体層 $P5$ が形成されている。エミッタ電極 $EE2$ は、エミッタ電極 $EE1$ と電気的に分離されている。

#### 【0081】

島領域 $P2$ の周りには、ゲート電極 $GE$ が配置されている。このゲート電極 $GE$ は、島領域 $P2$ の周りに位置する半導体層 $N1$ の表面と、半導体層 $N1$ 、 $N3$ の間に位置する島領域 $P2$ の外周部の表面とに、シリコン酸化膜などの絶縁膜 $IS$ を介して対向するように配置され、半導体層 $N1$ 、 $N3$ の間に位置する島領域 $P2$ の外周部の表面のチャンネル $CH$ を制御する。このゲート電極 $GE$ はスイッチング素子20Bのゲート $G$ を構成する。ゲート電極 $GE$ は、島領域 $P3$ の周りにも配置され、半導体層 $N1$ 、 $N4$ の間に位置する島領域 $P3$ の外周部の表面のチャンネル $CH$ も制御する。

#### 【0082】

図12の右側の主IGBT21では、 $N$ チャンネルMOSトランジスタ22と、PNP形バイポーラトランジスタ23aと、NPN形バイポーラトランジスタ23bが構成される。 $N$ チャンネルMOSトランジスタ22は、半導体層 $N3$ をソース $S$ 、半導体 $N1$ をドレイン $D$ 、ゲート電極 $GE$ をゲート $G$ として構成される。PNP形バイポーラトランジスタ23aは、半導体層 $P1$ をエミッタ、半導体層 $N1$ 、 $N2$ をベース、島領域 $P2$ をコレクタとして構成され、またNPN形トランジスタ23bは、半導体層 $N1$ 、 $N2$ をコレクタ、島領域 $P2$ をベース、半導体層 $N3$ をエミッタとして構成される。これらのPNP形バイポーラトランジスタ23aとNPN形バイポーラトランジスタ23bは、PNP形バイポーラトランジスタ23aのコレクタとNPN形バイポーラトランジスタ23bのベースとが互いに接続され、またPNP形バイポーラトランジスタ23aのベースとNPN形バイポーラトランジスタ23bのコレクタとが互いに接続され、これらのトランジスタ2

3 a、23 bによって図7のPNP形バイポーラトランジスタ23が構成される。

【0083】

図12の中央のセンスIGBT24では、NチャンネルMOSトランジスタ25と、PNP形バイポーラトランジスタ26 aと、NPN形バイポーラトランジスタ26 bが構成される。MOSトランジスタ25は、半導体層N4をソースS、半導体N1をドレインD、ゲート電極GEをゲートGとして構成される。PNP形バイポーラトランジスタ26 aは、半導体層P1をエミッタ、半導体層N1、N2をベース、島領域P3をコレクタとして構成され、またNPN形バイポーラトランジスタ26 bは、半導体層N1、N2をコレクタ、島領域P3をベース、半導体層N4をエミッタとして構成される。これらのPNP形バイポーラトランジスタ26 aとNPN形バイポーラトランジスタ26 bは、PNP形バイポーラトランジスタ26 aのコレクタとNPN形バイポーラトランジスタ26 bのベースとが互いに接続され、またPNP形バイポーラトランジスタ26 aのベースとNPN形バイポーラトランジスタ26 bのコレクタとが互いに接続され、これらのトランジスタ26 a、26 bによって図9のPNP形バイポーラトランジスタ26が構成される。エミッタ電極EE2に、検出抵抗67が接続される。

【0084】

図12の左側のラッチアップ素子27では、PNP形バイポーラトランジスタ28と、NPN形バイポーラトランジスタ29とが構成される。PNP形バイポーラトランジスタ28は、半導体層P1をエミッタ、半導体層N1、N2をベース、島領域P4をコレクタとして構成される。NPN形バイポーラトランジスタ29は、半導体層N1、N2をコレクタ、島領域P4をベース、半導体層N5をエミッタとして構成される。半導体層N5には、検出抵抗68、69が接続され、検出抵抗68にツェナーダイオード74が接続される。半導体層P5には、ツェナーダイオード群73が接続される。

【0085】

実施の形態5.

図13はこの発明による内燃機関点火装置の実施の形態5を示す。この実施の形態5は、図9に示す実施の形態4の電流制限回路60Aを少し変更した電流制限回路60Bを使用するものである。この電流制限回路60B以外は実施の形態4と同じであり、同じ部分を同じ符号で示し、説明を省略する。この実施の形態5でも、図10に示したIGBT20Bが使用される。

【0086】

この実施の形態5の電流制限回路60Bはラッチアップ素子27のNPN形トランジスタ29のベースに、2つのツェナーダイオード群75とツェナーダイオード76を接続し、これらを抵抗77により検出抵抗67に接続したものである。ツェナーダイオード群75と、ツェナーダイオード76は互いに直列に、NPNトランジスタ29のベースBと基準電位ライン12との間に接続されている。ツェナーダイオード群75のカソードはNPN形バイポーラトランジスタ29のベースBに接続され、またツェナーダイオード76のカソードはツェナーダイオード群75のアノードに接続され、ツェナーダイオード76のアノードは基準電位ライン12に接続されている。抵抗77はツェナーダイオード群75と、ツェナーダイオード76の相互接続点と、検出抵抗67とNチャンネルMOSトランジスタ25のソースSとの相互接続点との間に接続される。

【0087】

この実施の形態5では、ツェナーダイオード74がオンした後、ツェナーダイオード群75と、ツェナーダイオード76がオンするまでは、実施の形態4と同様に動作し、図10に示す動作点fまでは実施の形態4と同様に動作する。動作点eからコレクタ電圧V<sub>ce</sub>が異常に増大して動作点fに至れば、ツェナーダイオード群75と、ツェナーダイオード76がオンとなり、検出抵抗67の検出電圧が、ツェナーダイオード76によってクランプされ、それ以降にスイッチング素子20Bのコレクタ電流I<sub>c</sub>が増大しても、電流制限トランジスタ66の電流は増加せず、同じ強さの電流制限が続く結果になる。これは図10の領域Z4におけるコレクタ電流I<sub>c</sub>の制限動作を一定とし、それ以上の制限動作を

停止する。実施の形態 5 では、この領域 Z 4 において、スイッチング素子 20 B のゲート電圧  $V_g$  は、定電圧になる。このゲート電圧  $V_g$  はスイッチング素子 20 B をオン状態に保つが、その通電電流を十分に小さくした状態に保ち、コレクタ電圧  $V_{ce}$  が異常に増大しても、スイッチング素子 20 B に大きな電流が流れるのを防止する。または、ゲート電圧  $V_g$  がスイッチング素子 20 B のスレッシユホールド電圧  $V_{th}$  を超えない状態を保ち、スイッチング素子 20 B が通電しない状態とする。

#### 【0088】

実施の形態 6.

図 14 はこの発明による内燃機関点火装置の実施の形態 6 を示す。この実施の形態 6 は、スイッチング回路 10 E を使用するもので、これは図 6 に示す実施の形態 3 に対して、過通電保護回路 80 を付加したものである。その他は図 6 と同じに構成されており、同じ部分を同じ符号で示し、説明を省略する。

#### 【0089】

過通電保護回路 80 は、点火コイル 1 の一次コイル 2 に対する通電時間が所定値以上となったときに、スイッチング素子 20 A を強制的にオフさせ、回路を保護するものである。この過通電保護回路 80 は、定電流源 81、コンデンサ 82、インバータ 83、N チャンネル MOS トランジスタ 84、過通電コンパレータ 85 を有する。

#### 【0090】

定電流回路 81 とコンデンサ 82 は点火信号ライン 11 と基準電位ライン 12 との間に、直列に接続されており、定電流源 81 は定電流でコンデンサ 82 を充電する。N チャンネル MOS トランジスタ 84 はコンデンサ 82 の放電回路に設けられており、そのドレインは定電流源 81 とコンデンサ 82 の接続点に接続され、そのソースは基準電位ライン 12 に接続される。インバータ 83 はその入力が入火信号ライン 11 に接続され、その出力は N チャンネル MOS トランジスタ 84 のゲートに接続されている。過通電コンパレータ 85 はマイナス側入力 a、プラス側入力 b、出力 c を有する。マイナス側入力 a は定電流源 81 とコンデンサ 82 の接続点に接続され、コンデンサ 82 の両端電圧を受ける。プラス側入力 b には、定電位源 86 のプラス端子が接続されて、この定電位源 86 から定電位を受ける。

#### 【0091】

定電流源 81 は点火信号  $V_i$  を受けたときに、定電流をコンデンサ 82 に供給し、このコンデンサ 82 を充電する。コンデンサ 82 の電圧は点火信号  $V_i$  の立ち上がり時点からの時間経過に応じて上昇する。このコンデンサ 82 の電圧が所定値に達して、入力 a が入力 b を越えると、過通電コンパレータ 85 の出力 c は低レベルとなり、バイパストランジスタ 34 をオンにし、トランジスタ 32 から駆動抵抗 20 R への電流の供給を停止して、スイッチング素子 20 A のゲート電圧  $V_g$  を低下させ、スイッチング素子 20 A をオフさせる。

#### 【0092】

内燃機関のエンスト時または電子制御装置 (ECU) の基準電位点の電位差により、点火信号電圧  $V_{io}$  が点火信号ライン 11 をプラスとする極性に長く維持される場合、これに伴い、点火コイル 1 の一次コイル 2 に対する通電時間が長くなる。この通電時間が異常に長くなって、所定時間以上となれば、過通電保護回路 80 は、スイッチング素子 20 A を強制的にオフさせて、点火コイル 1 への通電を遮断し、スイッチング素子 20 A およびその駆動回路を保護する。インバータ 83 は点火信号  $V_i$  が低レベルになったときに、N チャンネル MOS トランジスタ 84 をオンさせ、コンデンサ 82 を放電させる。

#### 【0093】

この実施の形態 6 では、スイッチング回路 10 E を 3 つの端子 10 a、19 b、10 c で構成し、その端子構造を簡単化でき、また電流制限回路 60 A により、スイッチング素子 20 A のコレクタ電流を制限し、併せて、スイッチング素子 20 A の通電時間が異常に長くなったときに、スイッチング素子 20 A を強制的にオフさせ、スイッチング素子 20 A およびその駆動回路を保護することができる。

なお、実施の形態6において、定電流回路40を含む電流供給回路30、波形整形回路50A、通電電流検出回路IDと出力電圧検出回路VDを含む電流制限回路60および過通電保護回路80を、1チップの半導体集積回路として、1つの共通の半導体基板上に集積化して作ることもできる。

#### 【0094】

この実施の形態6の過通電保護回路80は、図1に示す実施の形態1のスイッチング回路10、図4に示す実施の形態2のスイッチング回路10A、図6に示す実施の形態3のスイッチング回路10B、図9に示す実施の形態4のスイッチング回路10C、図13に示す実施の形態5のスイッチング回路10Dにも同様に使用することもできる。いずれの場合にも、過通電保護回路80は、過通電コンパレータ85の出力cがバイパストランジスタ34を駆動するように組み合わせられる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0095】

この発明の内燃機関点火装置は、自動車に搭載される内燃機関の点火装置として利用される。また船舶に搭載される内燃機関、家庭用、農業用の発動機として用いられる内燃機関の点火装置としても用いることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0096】

- 【図1】 この発明による内燃機関点火装置の実施の形態1を示す電気回路図。
- 【図2】 実施の形態1の動作説明用の特性図。
- 【図3】 実施の形態1の動作説明用の特性図。
- 【図4】 この発明による内燃機関点火装置の実施の形態2を示す電気回路図。
- 【図5】 実施の形態2の動作説明用の特性図。
- 【図6】 この発明による内燃機関点火装置の実施の形態3を示す電気回路図。
- 【図7】 実施の形態3の動作説明用の特性図。
- 【図8】 実施の形態3の動作説明用の特性図。
- 【図9】 この発明による内燃機関点火装置の実施の形態4を示す電気回路図。
- 【図10】 実施の形態4の動作説明用の特性図。
- 【図11】 実施の形態4の動作説明用の特性図。
- 【図12】 実施の形態4に使用されるIGBTを示す断面図。
- 【図13】 この発明による内燃機関点火装置の実施の形態5を示す電気回路図。
- 【図14】 この発明による内燃機関点火装置の実施の形態6を示す電気回路図。

#### 【符号の説明】

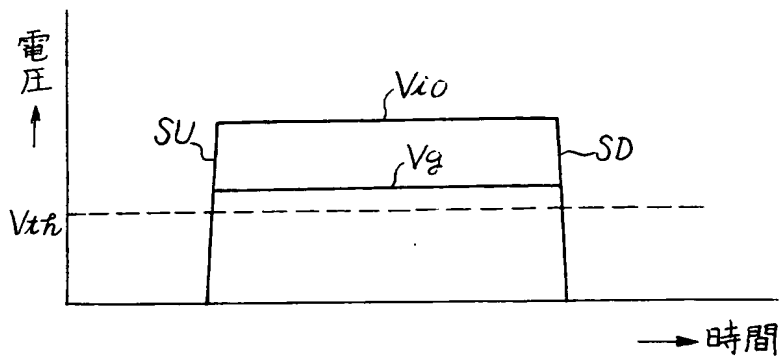
#### 【0097】

1：点火コイル、2：一次コイル、3：二次コイル、4：点火プラグ、5：点火駆動回路、10、10A、10B、10C、10D、10E：スイッチング回路、10a：出力端子、10b：入力端子、10c：基準電位端子、20、20A、20B：スイッチング素子、C：コレクタ、E：エミッタ、E1：補助エミッタ、B：ベース、21：主IGBT、24：センスIGBT、27：ラッチアップ素子、20R：駆動抵抗、30：電流供給回路、31、32：電流供給トランジスタ、34：バイパストランジスタ、40：定電流回路、41：出力トランジスタ、50：波形整形回路、51：波形整形コンパレータ、53：比例電流発生回路、57：レベルアップ回路、60、60A、60B：電流制限回路、61：電流制限コンパレータ、62：定電位源、66：電流制限トランジスタ、73、74、75、76：定電圧ダイオード、80：過通電保護回路、85：過通電コンパレータ。

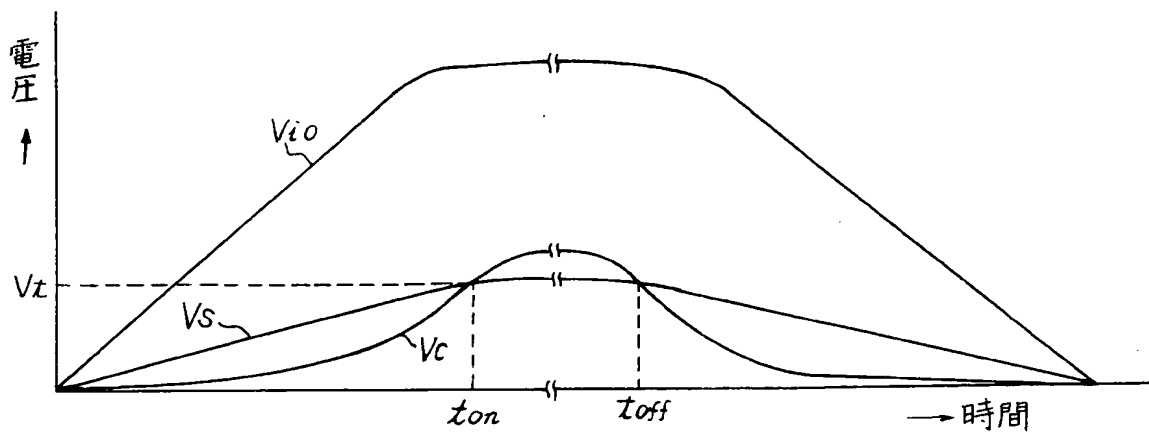




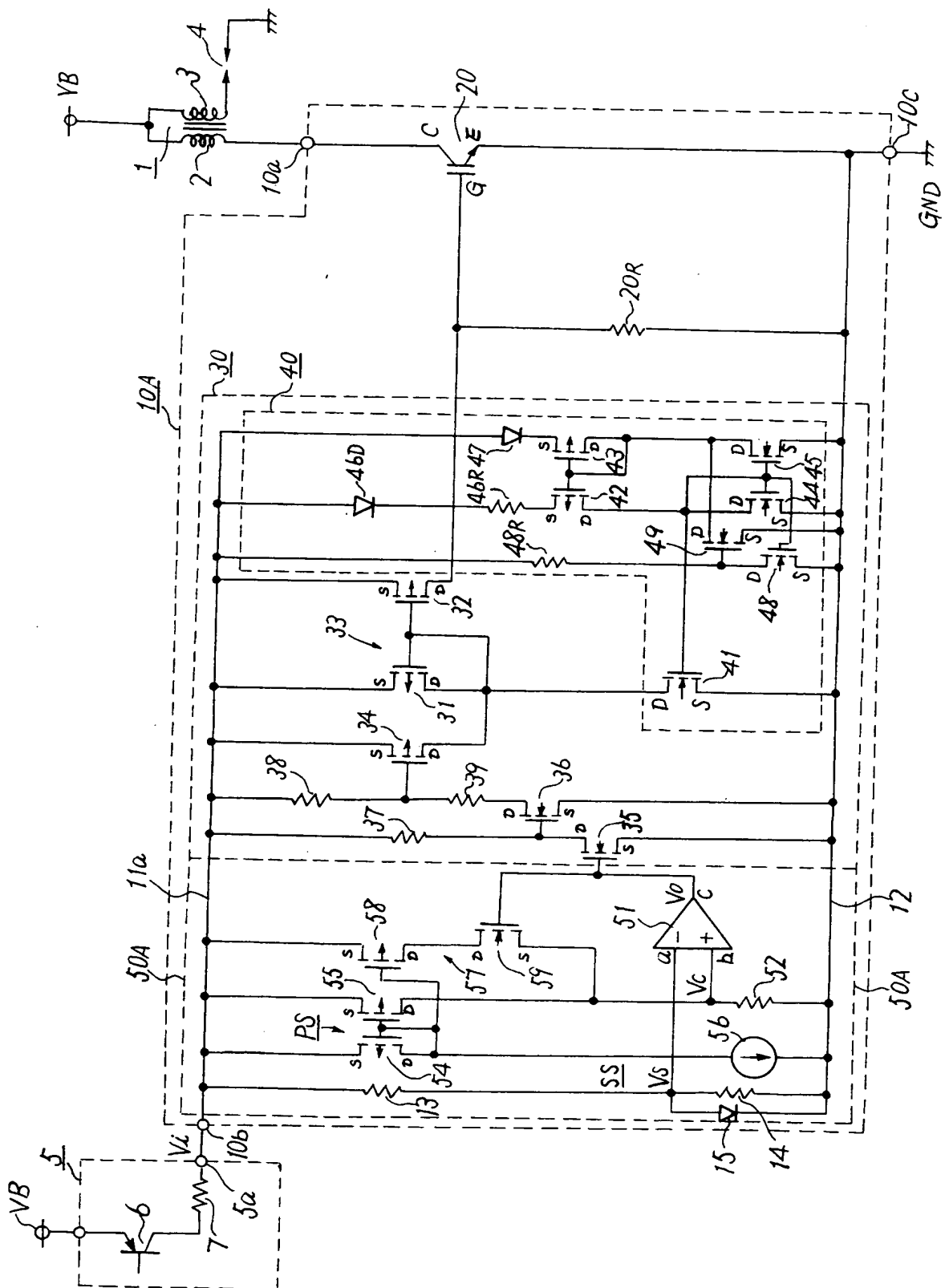
【図 2】



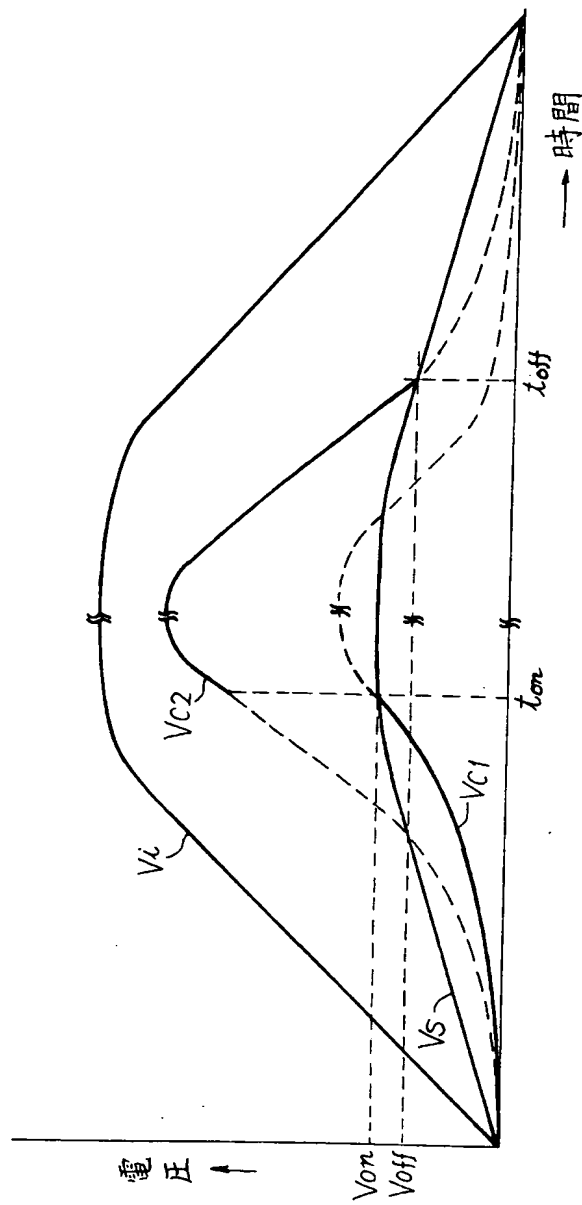
【図 3】



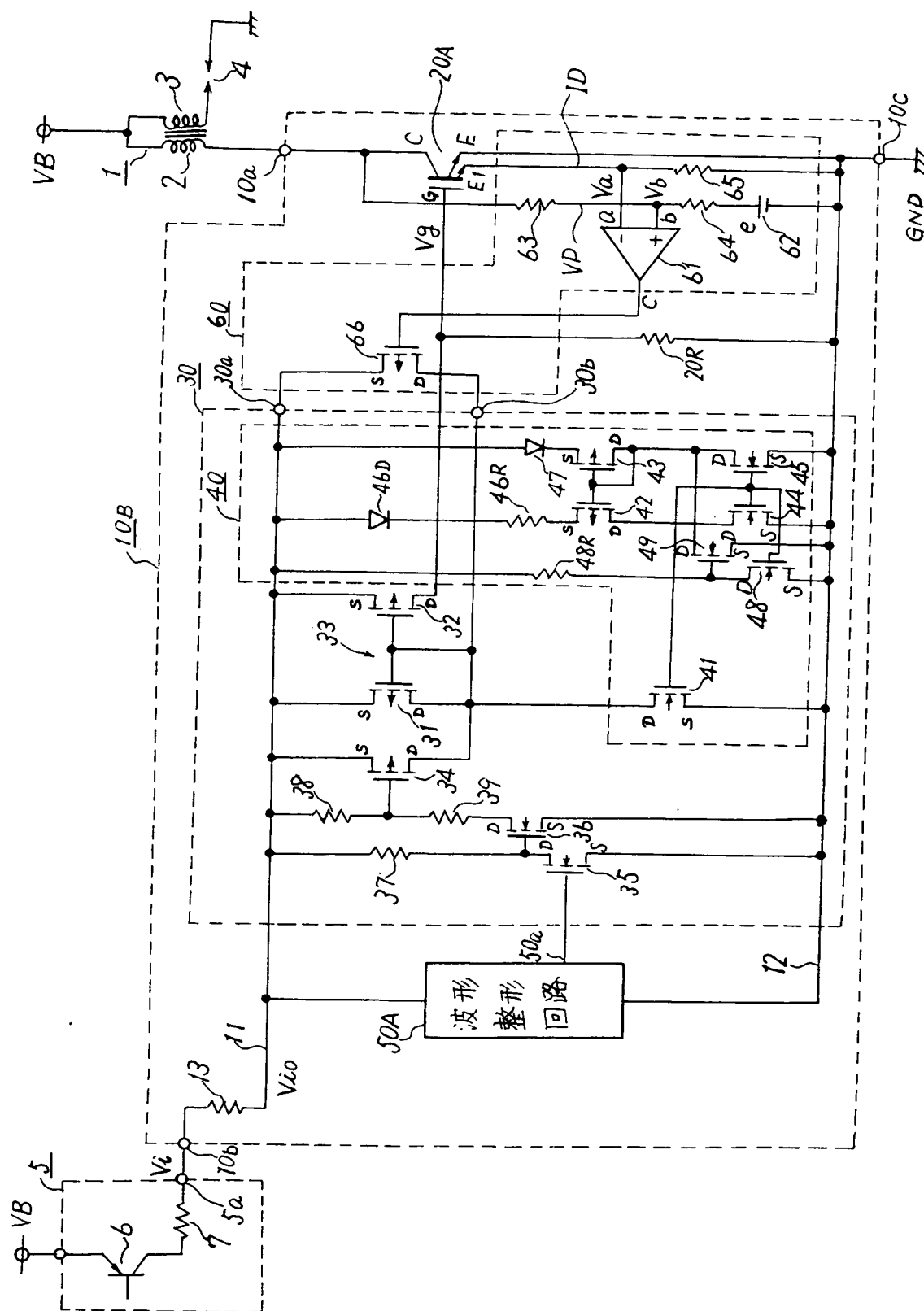
【図 4】



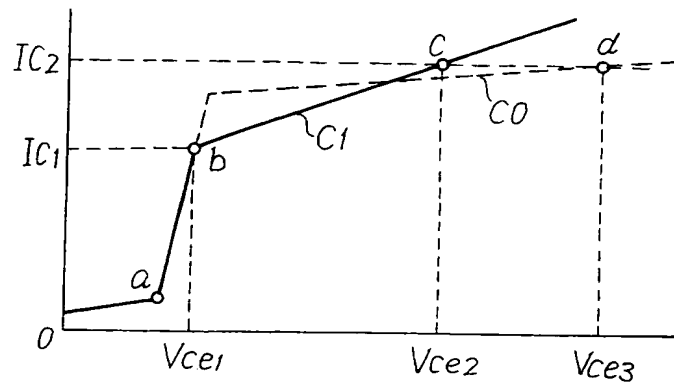
【図 5】



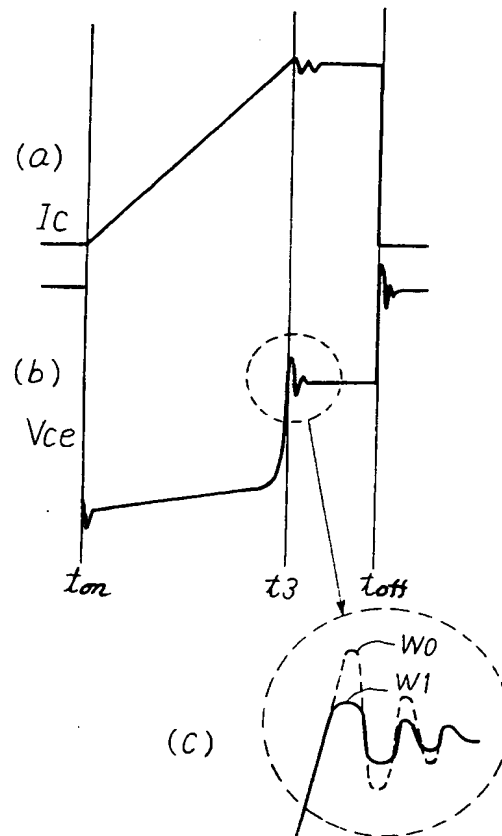
【図 6】



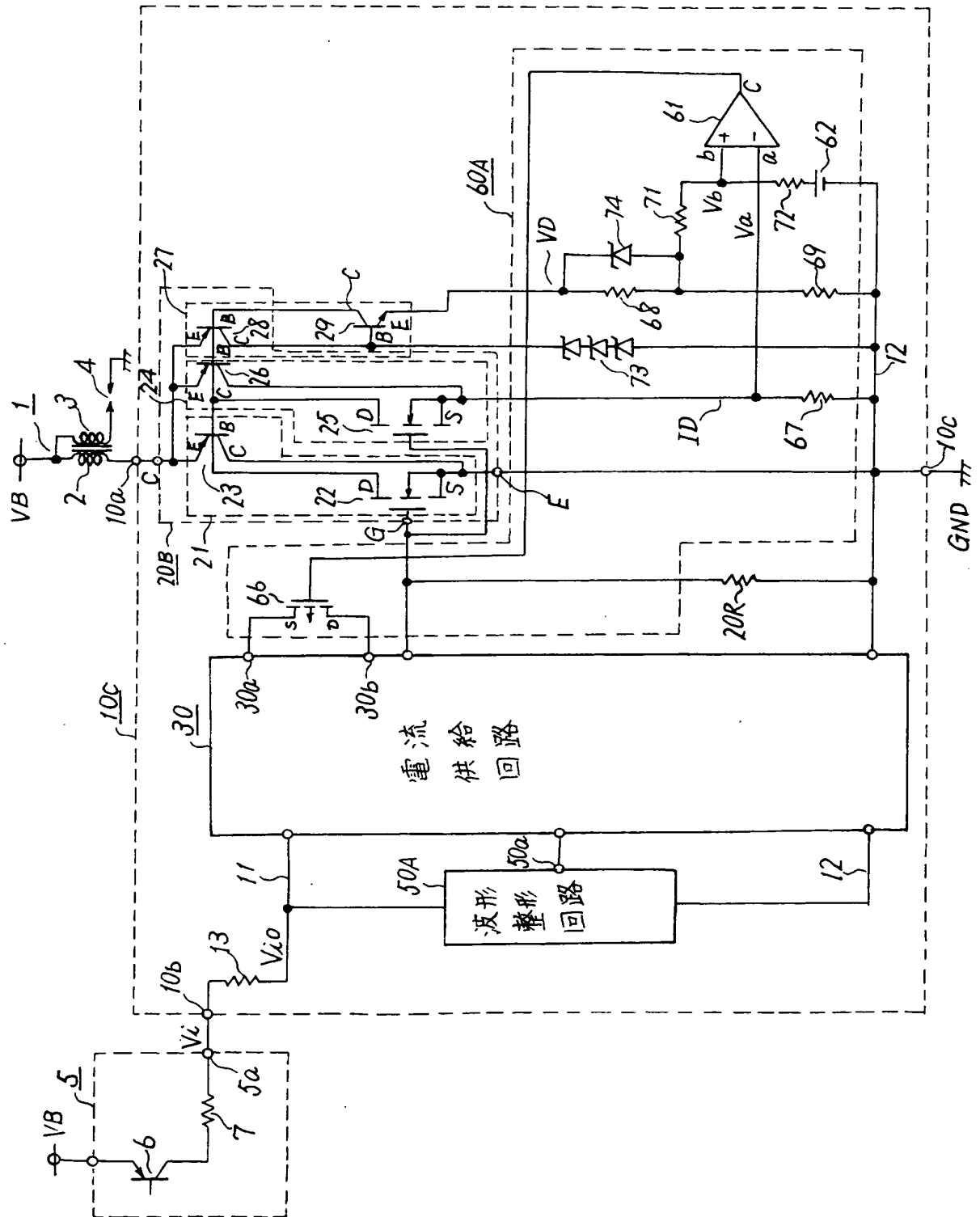
【図 7】



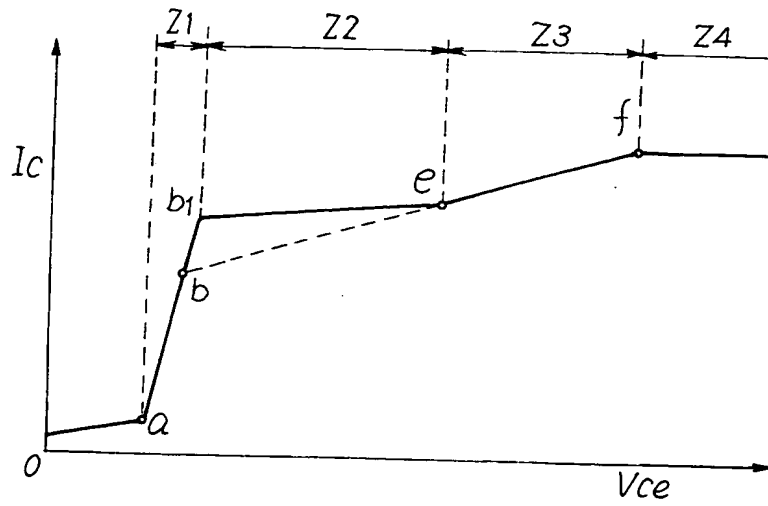
【図 8】



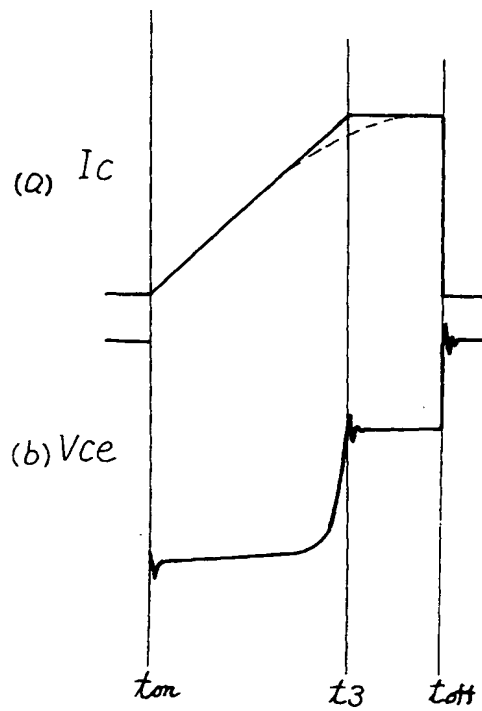
【図 9】



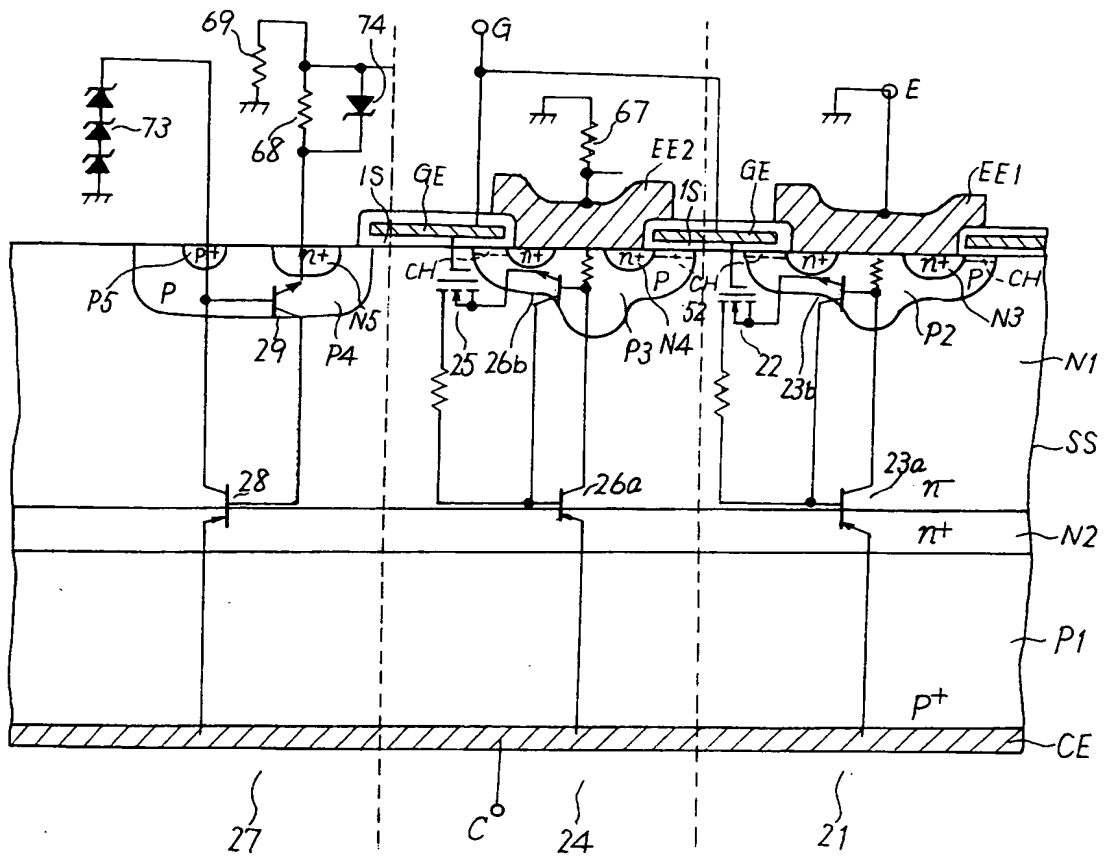
【図 10】



【図 11】

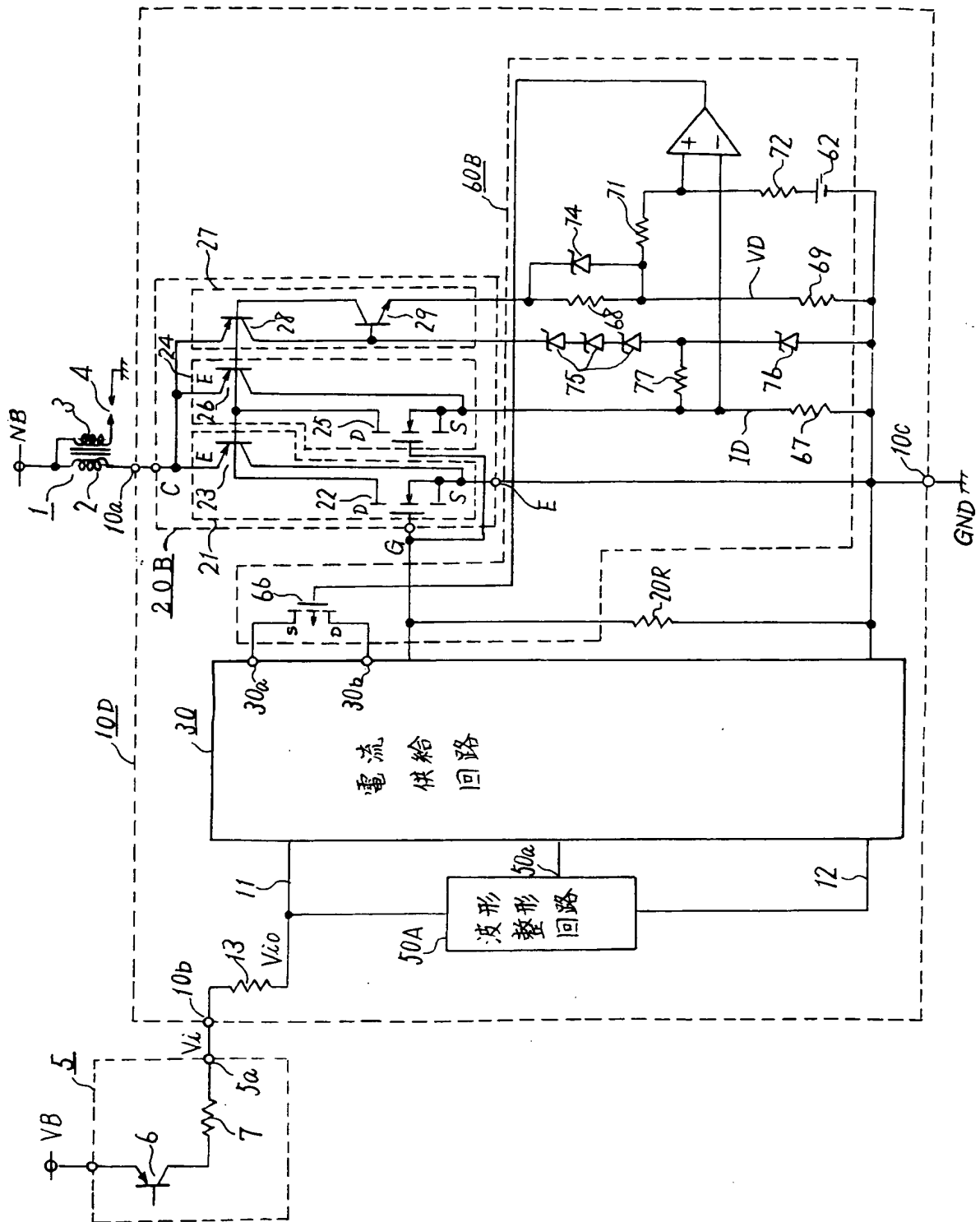


【図 12】

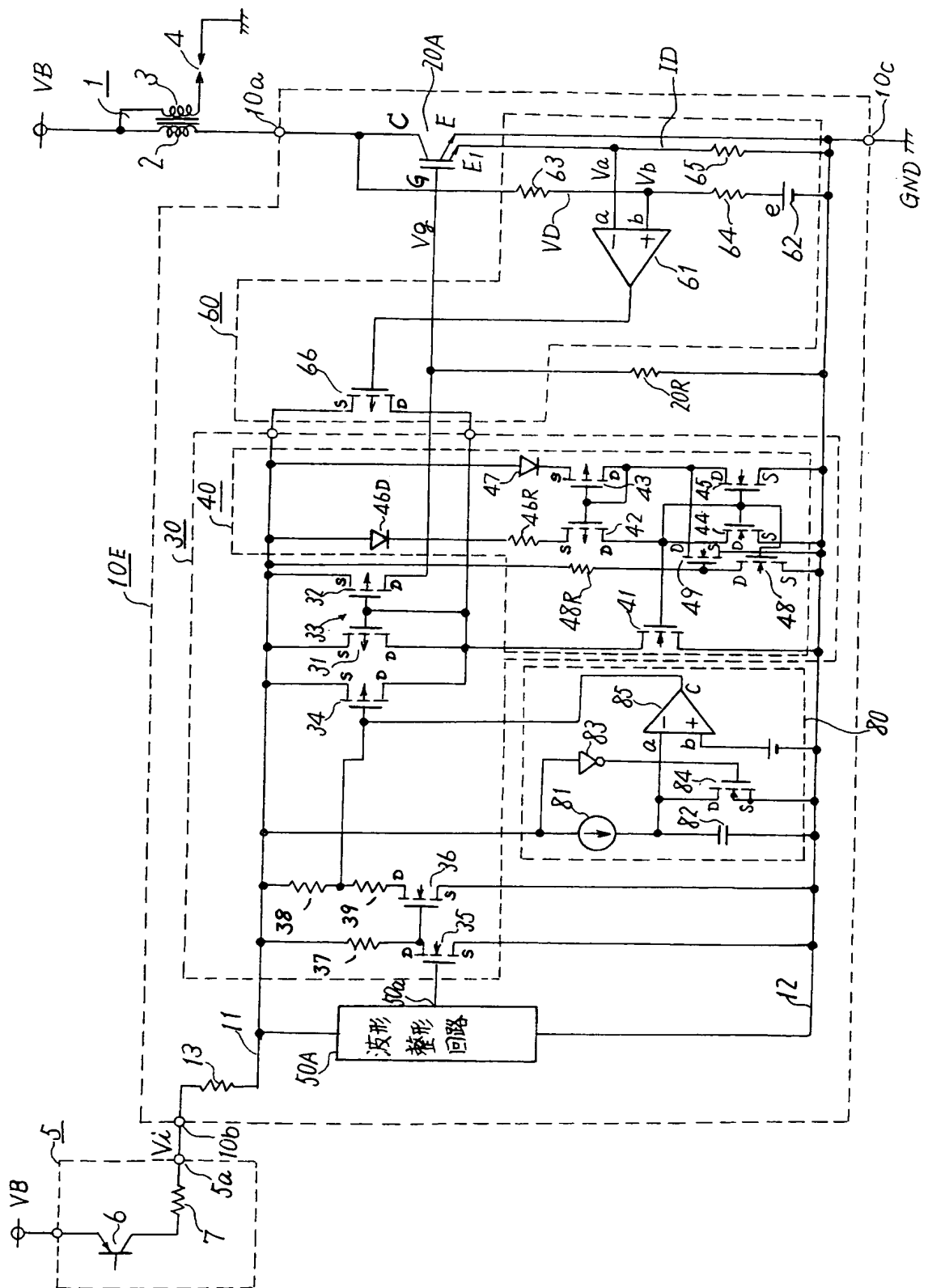




【図 13】



【図14】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** バッテリなどの電源に接続される電源端子を持たないスイッチング回路を構成し、その端子構造を簡単化するとともに、通電タイミングと点火タイミングをより正確に設定できる内燃機関点火装置を提案する。

**【解決手段】** スwitchング回路は、電源端子を持たず、点火コイルに接続される出力端子と、点火信号電圧の供給を受ける入力端子と、基準電位に接続される基準電位端子を持って構成される。入力端子と基準電位端子との間に電流供給回路を接続し、この電流供給回路からスイッチング素子の駆動抵抗に電流を供給する。この電流供給回路は、点火信号電圧によって動作する波形整形回路によってその駆動電流の供給が開始される通電タイミングが制御され、またその駆動電流が遮断される点火タイミングが制御される。

**【選択図】 図 1**

特願 2 0 0 3 - 3 3 0 2 4 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 0 1 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社